

**PENGEMBANGAN RANCANGAN ALAT *SLUICE BOX*
SKALA LABORATORIUM UNTUK MENDAPATKAN
KADAR KONSENTRAT DAN *RECOVERY* YANG
OPTIMAL PADA PENCUCIAN BIJIH TIMAH**

SKRIPSI



JIHAN SAUSAN

F1D117003

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK KEBUMIHAN**

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS JAMBI

2023

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Tanda tangan yang tertera dalam halaman pengesahan adalah asli. Jika tidak asli, saya siap menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Jambi
Yang Menyatakan

JIHAN SAUSAN
F1D117003

**PENGEMBANGAN RANCANGAN ALAT *SLUICE BOX*
SKALA LABORATORIUM UNTUK MENDAPATKAN
KADAR KONSENTRAT DAN *RECOVERY* YANG
OPTIMAL PADA PENCUCIAN BIJIH TIMAH**

S K R I P S I

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana
pada Program Studi Teknik Pertambangan



JIHAN SAUSAN

F1D117003

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK KEBUMIHAN**

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS JAMBI

2023

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **PENGEMBANGAN RANCANGAN ALAT *SLUICE BOX* SKALA LABORATORIUM UNTUK MENDAPATKAN KADAR KONSENTRAT DAN *RECOVERY* YANG OPTIMAL PADA PENCUCIAN BIJIH TIMAH** yang disusun oleh **JIHAN SAUSAN, NIM: F1D117003** telah dipertahankan di depan tim penguji pada tanggal **31 Januari 2023** dan dinyatakan **LULUS**.

Susunan Tim Penguji:

Ketua : Dr. Lenny Marlinda, S.T., M.T.
Anggota : 1. Jarot Wiratama S.T., M.T.
2. Ir. Aditya Denny Prabawa, S.T., M.T.

Disetujui:

Pembimbing I

Pembimbing II

Wahyudi Zahar, S.T., M.T.
NIP. 199008032018031001

Muhammad Ikrar Lagowa, S.T., M.Eng.Sc.
NIP. 198902142019031011

Diketahui:

Dekan
Fakultas Sains dan Teknologi

Ketua Jurusan
Teknik Kebumian

Drs. Jefri Marzal, M.Sc., D.I.T.
NIP. 196806021993031004

Dr. Lenny Marlinda, S.T., M.T.
NIP. 197007062008122002

SUMMARY

Gravity concentration method is a mineral processing method that is carried out by utilizing the specific gravity of minerals. One tool that applies the gravity concentration method is a sluice box. Mineral processing using a sluice box is carried out using a fluid medium in the form of water and this processing process is referred to as mineral washing. A maximum sluice box design is required to obtain the optimal tin ore concentrate levels and recovery value. This study aims to determine the performance of sluice box 1.0 and find out the shortcomings of the tool, modify the design of the sluice box 2.0 on a laboratory scale and determine the performance of the sluice box 2.0 to obtain mineral washing results with optimal levels of concentrate and recovery. Mineral leaching uses bait in the form of tin sand with a content of 56.27%. The focus of this research is to modify the sluice box to make it more optimal based on the variable tilt of the tool and. The slopes applied are 2°, 6°, and 8°. In sluice box 1.0, a water discharge of 20 L/minute was used so that washing produced the highest concentrate levels at an 8° slope of 56.24% with the highest recovery value 67,96% was also produced at a slope of 8°, washing with a sluice box 1.0 was not optimal because the installation of the tool caused repetition of the feeding process. The dimensions of the Sluice box 2.0 are designed to have a feed box length of 25 cm, a washing box length of 120 cm, a box width of 35 cm and a box height of 20 cm. Then the sluice box 2.0 is equipped with a riffle which is of the Angle Iron riffle type and consists of 3 (three) different sizes of 6 riffles. In washing using Sluice box 2.0, a water discharge of 30L/minute was used, the highest concentrate levels was produced at a slope of 8° which was 67.45% and the optimal recovery value was 79,81% at a slope of 2°.

Keywords: *sluice box, concentrate levels, recovery*

RINGKASAN

Metode konsentrasi Gravitasi merupakan salah satu metode pengolahan mineral yang dilakukan dengan memanfaatkan berat jenis mineral. Salah satu alat yang menerapkan metode konsentrasi gravitasi adalah *sluice box*. Pengolahan mineral menggunakan *sluice box* dilakukan dengan menggunakan media fluida berupa air dan proses pengolahan ini disebut sebagai pencucian mineral. Perancangan *sluice box* yang maksimal diperlukan untuk mendapatkan hasil kadar konsentrat bijih timah dan nilai *recovery* yang optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui performa *sluice box* 1.0 dan mengetahui kekurangan alat, memodifikasi rancangan alat *sluice box* 2.0 skala laboratorium dan mengetahui performa alat *sluice box* 2.0 untuk memperoleh hasil pencucian mineral dengan kadar konsentrat dan *recovery* yang optimal. Pencucian mineral menggunakan umpan berupa pasir timah dengan kadar 56,27%. Fokus penelitian ini adalah untuk memodifikasi alat *sluice box* yang lebih optimal berdasarkan variabel kemiringan alat yang digunakan dalam pencucian. Kemiringan yang diterapkan adalah 2°, 6°, dan 8°. Pada *sluice box* 1.0 digunakan debit air sebesar 20 L/menit sehingga pencucian menghasilkan kadar konsentrat tertinggi pada kemiringan 8° yaitu 56,24% dengan nilai *recovery* tertinggi 67,96% juga dihasilkan pada kemiringan 8°, pencucian dengan alat *sluice box* 1.0 tidak optimal karena instalasi alat menyebabkan terjadi pengulangan proses pengumpulan. Dimensi *Sluice box* 2.0 dirancang memiliki panjang *feed box* 25 cm, panjang *box* pencucian 120 cm, lebar *box* 35 cm dan tinggi *box* 20 cm. Kemudian *sluice box* 2.0 dilengkapi dengan *Riffle* yang berjeniskan *Angle Iron Riffle* dan terdiri dari 3 (tiga) ukuran yang berbeda sebanyak 6 *riffle*. Pada pencucian menggunakan *Sluice box* 2.0 digunakan debit air sebesar 30L/menit, kadar konsentrat tertinggi dihasilkan pada kemiringan 8° yaitu sebesar 67,45% dan nilai *recovery* optimal sebesar 79,81% pada kemiringan 2°.

Kata kunci: *sluice box*, kadar konsentrat, *recovery*

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Jihan Sausan, lahir pada tanggal 23 Maret 1999 di Kota Jambi. Penulis merupakan anak tunggal dari Bapak Zetria Jaya dan Ibu Amalia. Saat ini penulis bertempat tinggal di Perumahan Puri Arza 4 Blok C No 14, Desa Mendalo Darat, Kec. Jambi Luar Kota, Kab. Muaro Jambi, Prov. Jambi. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SDN 5\V Kuala Tungkal pada tahun 2011, pendidikan menengah di SMPN 1 Kuala Tungkal pada tahun 2014, dan SMAS YPMM Tebing Tinggi pada tahun 2017. Kemudian, pada tahun 2017 penulis melanjutkan pendidikan di bangku perguruan tinggi dan diterima di Teknik Pertambangan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi. Demikian riwayat hidup dari penulis untuk diketahui.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan dan ucapkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala, karena atas rahmat dan kenikmatan-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "PENGEMBANGAN RANCANGAN ALAT *SLUICE BOX* SKALA LABORATORIUM UNTUK MENDAPATKAN KADAR KONSENTRAT DAN *RECOVERY* YANG OPTIMAL PADA PENCUCIAN BIJIH TIMAH". Laporan ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada program sarjana di Program Studi Teknik Pertambangan, Jurusan Teknik Kebumihan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi.

Ucapan terima kasih sebesar-besarnya penulis haturkan kepada Ibu Amalia dan Bapak Zetria Jaya selaku kedua orang tua tercinta yang telah memberikan dukungan, doa, dan semangat. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan Rahmat, Berkah, Karunia, dan Nikmat atas segala yang diberikan kepada penulis. Penulis juga mengucapkan terima kasih banyak kepada:

1. Bapak Drs. Jefri Marzal, M.Sc., D.I.T. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi yang telah menjadi dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi.
2. Ibu Dr. Lenny Marlinda, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kebumihan
3. Bapak Muhammad Ikrar Lagowa, S.T., M.Eng.Sc. selaku Koordinator Program Studi Teknik Pertambangan.
4. Bapak Juventa, S.T., M.T. selaku Pembimbing Akademik yang telah membimbing saya selama masa perkuliahan.
5. Bapak Wahyudi Zahar, S.T., M.T, selaku Pembimbing Utama dan Bapak Bapak Muhammad Ikrar Lagowa, S.T., M.Eng.Sc. selaku Pembimbing Pendamping yang telah membimbing, mengajarkan, dan meluangkan waktunya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi ini.
6. Bapak Ir. Hari Wiki Utama, S.T., M.Eng, yang telah membimbing penulis dalam melakukan penelitian.
7. Seluruh tenaga pengajar Teknik Pertambangan yang telah memberi ilmu sehingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan hingga ke tahap penulisan skripsi ini.
8. Ibu Mandiah dan Ayah Atho'illah yang telah memberikan doa, dan dukungan, serta semangat bagi penulis baik moril maupun materil.
9. Seluruh keluarga dan kerabat yang telah mendoakan yang terbaik bagi kesuksesan penulis.

10. Keluarga Teknik Pertambangan 05 yang selalu memberi dukungan dan mengulurkan tangan disetiap kesulitan yang penulis hadapi semasa perkuliahan hingga saat ini.
11. Para sahabat Tinra, Putra, Nini, Abdul Kholil, Cecan Tambang 2017 yang senantiasa mendukung dalam susah maupun senang. *For Ahmed Farouq, my Beloved Support System who always be there for me and kept motivate me.*
12. Pihak lain yang namanya tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu penulis serta memberikan dukungan pada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
13. Yang tidak kalah pentingnya penulis ucapkan terima kasih kepada diri sendiri yang telah berusaha, terus memotivasi diri, percaya pada diri sendiri dan tidak pernah menyerah dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga bantuan, bimbingan, petunjuk, dan dukungan yang diberikan bapak/ibu dan yang lain menjadi amal ibadah dan mendapat balasan yang berlipat dari Allah SWT.

Penulis menyadari bahwa skripsi masih terdapat kekurangan dikarenakan terbatasnya pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Jambi, 31 Januari 2023

Yang menyatakan

Jihan Sausan

F1D117003

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN.....	i
PENGESAHAN	i
SUMMARY	ii
RINGKASAN.....	iii
RIWAYAT HIDUP.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	x
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
II. TINJAUAN UMUM	5
2.1. Timah	5
2.1.1. Endapan Timah Primer	7
2.1.2. Endapan Timah Sekunder	7
2.1.3. Mineral Kasiterit (SnO_2)	7
2.2. Konsentrasi Gravitasi.....	8
2.3. <i>Sluice box</i>	10
2.3.1. Ukuran dimensi dan jenis bahan <i>box</i>	11
2.3.2. Model <i>Riffle</i>	12
2.3.3. Sudut Kemiringan	13
2.3.4. Debit Air.....	14
2.3.5. Saringan dan jenis karpet.....	14
2.4. <i>Grain Counting Analysis</i>	14
2.5. Hasil Penelitian Sebelumnya	15
III. METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1. Lokasi Penelitian	17
3.2. Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	17
3.3. Alat dan Bahan	18
3.3.1. Alat	18
3.3.2. Bahan	21
3.4. Metode Penelitian	22

3.4.1. Studi Literatur.....	22
3.4.2. Pencucian Bijih Timah dan Analisis hasil pada <i>Sluice box</i> 1.0	23
3.4.3. Perancangan dan Pembuatan Alat <i>Sluice box</i> 2.0	24
3.4.4. Pencucian Bijih Timah dan Analisis Hasil pada <i>Sluice box</i> 2.0	24
3.5. Analisa Mineral Bijih (Grain Counting Analysis).....	25
3.6. Matriks Penelitian	27
3.7. Bagan Alir Penelitian.....	28
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1. Kriteria Konsentrasi (KK)	30
4.2. Pencucian Bijih Timah dan Analisis hasil pada <i>Sluice box</i> 1.0	31
4.3. Perancangan dan Pembuatan <i>Sluice box</i> 2.0	34
4.3.1. Rancangan Dimensi Box.....	34
4.3.2. Riffle	36
4.4. Pencucian Bijih Timah dan Analisis Hasil pada <i>Sluice box</i> 2.0.....	38
4.4.1. Kadar Konsentrat	39
4.4.2. <i>Recovery</i>	40
V. KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1. Kesimpulan.....	41
5.2. Saran.....	41
VI. DAFTAR PUSTAKA	42
Lampiran	43

DAFTAR GAMBAR

1. Gambar 1. Bijih Timah	5
2. Gambar 2. Mineral Kasiterit.....	8
3. Gambar 3. Pencucian Mineral dengan <i>Sluice box</i>	11
4. Gambar 4. Desain Teknis <i>Sluice box</i> 1.0.....	11
5. Gambar 5. <i>Sluice box</i> 1.0	12
6. Gambar 6. <i>Sluice box</i> dari Alumunium & Plastik	12
7. Gambar 7. <i>Flat Bar Riffle</i>	13
8. Gambar 8. <i>Angle Iron Riffle</i>	13
9. Gambar 9. <i>Compound Riffle (Hungarian Riffle)</i>	13
10. Gambar 10. <i>Sluice Box</i> 1.0	18
11. Gambar 11. Timbangan Digital	18
12. Gambar 12. Mesin Shieve Shaker	19
13. Gambar 13. Bak Penampung Air.....	19
14. Gambar 14. Mesin Pompa Air	20
15. Gambar 15. Busur Derajat	20
16. Gambar 16. Drum Plastik 150 L	20
17. Gambar 17. Pipa PVC	21
18. Gambar 18. Mikroskop trinokuler dan seperangkat alat GCA	21
19. Gambar 19. <i>Sample</i> pasir timah.....	22
20. Gambar 20. <i>Sample</i> pasir biasa	22
21. Gambar 21. Instalasi alat <i>sluice box</i> 1.0.....	23
22. Gambar 22. Proses <i>coning quartering</i>	25
23. Gambar 23. Grid dalam analisis <i>Grain Counting</i>	26
24. Gambar 24. Hasil Pencucian dengan <i>Sluice box</i> 1.0 pada kemiringan 2° ...	31
25. Gambar 25. Diagram Perolehan Kadar Konsentrat dan Nilai Recovery Pencucian Timah pada <i>Sluice Box</i> 1.0.....	32
26. Gambar 26. Aliran air keluar dari pipa pada <i>Sluice box</i> 1.0	33
27. Gambar 27. Desain teknis <i>Sluice Box</i> 1.0.....	34
28. Gambar 28. Tampak atas desain <i>Sluice box</i> 2.0.....	35
29. Gambar 29. Desain 3D <i>Sluice box</i> 2.0	36
30. Gambar 30. <i>Sluice box</i> 2.0	37
31. Gambar 31. Instalasi alat <i>Sluice box</i> 2.0.....	38
32. Gambar 32. Diagram Perolehan Kadar Konsentrat Pencucian Timah pada <i>Sluice Box</i> 2.0	39
33. Gambar 33. Perolehan Nilai Recovery pada Pencucian Timah <i>Sluice Box</i> 2.0	40

DAFTAR TABEL

1.	Tabel 1. Deskripsi mineral ikutan timah	6
2.	Tabel 2. Nilai Kriteria Konsentrasi pada Pemisahan Mineral	10
3.	Tabel 3. Kecepatan Aliran Air Minimum Pemindahan Material.....	14
4.	Tabel 4. Rincian Jadwal Penelitian.....	17
5.	Tabel 5. Contoh Matriks Penelitian	27
6.	Tabel 6. Kriteria Konsentrasi mineral ikutan timah	30
7.	Tabel 7. Hasil Pencucian pada <i>Sluice box</i> 1.0.....	31
8.	Tabel 8. Kecepatan Aliran Pencucian <i>Sluice box</i> 1.0.....	33
9.	Tabel 9. Perbandingan dimensi <i>Sluice box</i> 1.0 dengan referensi lain.....	35
10.	Tabel 10. Dimensi <i>Sluice box</i> 2.0.....	37
11.	Tabel 11. Kecepatan aliran air pada <i>Sluice box</i> 2.0	38
12.	Tabel 12. Hasil Analisis pada <i>Sluice box</i> 2.0	39

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pengolahan bahan galian adalah salah satu tahapan dalam kegiatan pertambangan. Pengolahan bahan galian di era industri yang pesat ini menjadi kegiatan yang harus dilakukan bagi pelaku usaha pertambangan. Sehingga nilai dari bahan galian yang semulanya mentah akan bertambah setelah dilakukannya pengolahan. Seperti halnya yang disebutkan dalam Undang-Undang No 3 Tahun 2020 bahwa kegiatan pengolahan merupakan suatu upaya yang dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan mutu komoditas tambang mineral dan pengolahan tersebut tidak merubah sifat fisik dan kimia dari komoditi mineral serta hasil pengolahan ini nantinya dapat dilakukan pemurnian ataupun dijadikan bahan baku industri. Dari hal tersebut dapat diketahui bahwa pengolahan mineral merupakan salah satu kegiatan pengolahan bahan galian.

Pengolahan mineral dilakukan dalam beberapa tahap seperti preparasi yang terdiri atas kominusi atau pengecilan ukuran butir melalui proses *crushing* dan *grinding*, kemudian *sizing* yang merupakan pengelompokkan mineral berdasarkan ukuran melalui proses *screening* dan *classifying*. Setelah tahapan preparasi maka terdapat tahapan konsentrasi mineral dengan beberapa metode yang dapat dilakukan. Salah satu metode konsentrasi mineral adalah konsentrasi gravitasi (*Gravity Concentration*).

Metode konsentrasi gravitasi dalam prosesnya dilakukan dengan memanfaatkan berat jenis dari bahan galian yang akan dilakukan pengkonsentrasian serta gaya gravitasi. Dalam prakteknya, mineral berharga yang memiliki berat jenis yang lebih besar akan tertahan oleh media pengkonsentrasian yang kemudian disebut sebagai konsentrat, kemudian mineral pengotor dengan massa jenis yang lebih kecil akan melewati atau terbawa oleh media pengkonsentrasian ke area pembuangan yang kemudian disebut sebagai *tailing*. Material hasil pengkonsentrasian yang berupa konsentrat dan *tailing* kemudian dilakukan perhitungan kadar dan nilai *recovery* hasil dari proses pengkonsentrasian.

Salah satu alat pengolahan mineral yang menggunakan metode konsentrasi gravitasi dan diterapkan dalam kegiatan pertambangan adalah *Sluice box*. *Sluice box* merupakan alat pengolahan mineral yang eksistensinya telah ada sejak abad ke-20. Alat pengolahan mineral ini telah banyak dipakai oleh penambang untuk mendapatkan konsentrat mineral berharga dengan tingkat konsentrasi tertentu. Beberapa komoditi yang biasanya dilakukan

konsentrasi dengan *sluice box* adalah emas, timah, pasir besi, dan lainnya. *Sluice box* merupakan salah satu alat pengolahan dengan metode operasional yang sederhana sehingga pembuatan *sluice box* terbilang sederhana dan mudah.

Menurut Lagowa et al., (2021), untuk dapat mengetahui lebih lanjut serta menerapkan proses pengolahan mineral secara sederhana, tim pengabdian masyarakat Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Jambi telah membuat *Sluice box 1.0* berskala laboratorium, namun masih belum permanen dan dibuat dengan bahan dasar kayu. Berdasarkan hal tersebut maka direncanakan akan dibuat *Sluice box* dengan bahan dasar dari besi.

Alat *Sluice box 1.0* tersebut telah digunakan untuk penelitian dari Irfandy Syafutra pada tahun 2021 terhadap bijih besi dengan perolehan hasil *recovery* dan konsentrat yang optimum pada alat berada pada kemiringan 2° , *recovery* diperoleh sebesar 99,72% dan kadar konsentrat diperoleh sebesar 26,65%. Perolehan hasil tersebut banyak dipengaruhi oleh debit air yang kecil dengan bidang penampung yang tidak sebanding dan lebih besar. Sehingga perolehan *recovery* masih pada persen yang besar dan konsentrat diperoleh dengan persen yang terbilang sedikit.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Chorio Ryandi Arif pada tahun 2017, peneliti merancang sebuah alat *sluice box* yang memiliki dimensi panjang 162 cm dan lebar 40,6 cm dan dilengkapi dengan 2 buah *riffle* berbentuk balok. Kemudian dilakukan pencucian pada beberapa *sample* bijih timah dan menghasilkan nilai *recovery* paling optimal hasil pencucian adalah pada saat kemiringan *sluice box* diatur pada ketinggian 3° yaitu 91,67% dengan debit air sebesar 22,22 L/menit, sedangkan kadar Sn tertinggi didapatkan pada kemiringan 5° sebesar 37,13% dengan kecepatan debit air sebesar 35,3 L/menit.

Proses pengolahan menggunakan alat *sluice box* menerapkan beberapa parameter seperti dimensi dan jenis bahan *box*, *riffle*, kemiringan, debit air, dan saringan/karpet. Dari beberapa variabel parameter tersebut, *riffle* dan kemiringan menjadi variabel utama dalam penelitian ini. Berdasarkan kedua variabel tersebut penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil kadar konsentrat bijih timah yang optimal dan hasil dari proses konsentrasi dapat mencapai nilai *recovery* yang optimal.

Maka dari itu, perancangan yang maksimal perlu dilakukan untuk memenuhi tujuan tersebut dan diharapkan melalui penelitian ini, dapat menghasilkan *Sluice box 2.0* yang nantinya akan dapat memperbaiki faktor-faktor kekurangan yang ada pada *Sluice box 1.0* dan bermanfaat untuk

kebutuhan penelitian lainnya maupun praktikum pengolahan mineral bagi mahasiswa Teknik Pertambangan Universitas Jambi.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut maka didapatkan rumusan masalah berupa:

- 1) Bagaimana kadar konsentrat dan nilai *recovery* pencucian bijih timah menggunakan alat *Sluice box* 1.0, dan parameter apa saja yang mempengaruhi pencucian.
- 2) Bagaimana rancangan alat *Sluice box* 2.0 skala laboratorium sehingga dapat meningkatkan pencucian bijih timah hingga mencapai kadar konsentrat dan nilai *recovery* yang optimal.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan mata kuliah skripsi, dengan tujuan penelitian ini adalah:

1. Melakukan percobaan kembali pada alat *Sluice box* 1.0 yang telah dibuat sebelumnya menggunakan bijih timah untuk mengetahui kekurangan alat.
2. Memodifikasi desain teknis atau rancangan teknis *Sluice box* skala laboratorium yang baru (*Sluice box* 2.0) yang akan digunakan sebagai alat pencucian bijih dengan memanfaatkan gravitasi atau massa jenis umpan (timah) berdasarkan hasil evaluasi.
3. Melakukan percobaan pada alat *Sluice box* 2.0 untuk memperoleh hasil pencucian mineral dengan kadar konsentrat dan *recovery* yang optimal.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini hanya membahas tentang desain teknis *Sluice box* skala laboratorium sebagai salah satu alat pemisah mineral. Pembuatan desain berdasarkan evaluasi dari kinerja *Sluice box* yang telah ada tanpa mengubah konsep kerja. Tidak dibahas mengenai rincian biaya dan perawatan alat secara berkala.
2. Pembuatan alat pemisah mineral berupa *Sluice box* ini difokuskan untuk bekerja dalam proses pencucian bijih timah dan rekomendasi mineral lain yang dapat dilakukan pencucian dengan alat *sluice box* hanya akan diberikan berdasarkan hasil percobaan terhadap bijih timah.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Sebagai bahan literatur ataupun perbandingan bagi penelitian selanjutnya, serta memberikan pemahaman bagi pembaca tentang cara kerja alat *Sluice box* dalam pencucian mineral bijih yang memanfaatkan gravitasi atau massa jenis mineral.
2. Dapat dijadikan sebagai pembanding antara teori dan pelaksanaan sehingga dapat menjadi acuan yang relevan bagi penulis dalam melakukan kegiatan pengolahan bahan galian.
3. Hasil desain pembuatan alat dapat digunakan oleh mahasiswa teknik pertambangan sebagai pembelajaran, pengenalan alat pengolahan bahan galian sederhana sehingga diharapkan mampu menjadi alat praktikum yang berguna dalam mata kuliah pengolahan bahan galian.

II. TINJAUAN UMUM

2.1. Timah

Menurut (Yulianti et al., 2020), timah merupakan salah satu unsur kimia dengan simbol Sn (*Stannum*) dimana pada table periodik timah memiliki nomor atom 50. Timah adalah salah satu unsur yang memiliki sifat logam dengan warna keperakan dan tidak mudah teroksidasi di udara, hal ini membuat timah bersifat tahan karat dan mudah ditempa. Timah adalah salah satu bahan galian yang memiliki mineral utama Kasiterit (SnO_2) dan mengandung banyak mineral ikutan lain yang terasosiasi bersama mineral utama seperti pada Tabel 1. Proses pengolahan bijih timah hasil penambangan yang biasanya dilakukan dengan metode pencucian dengan tujuan agar mineral utama pada timah yaitu kasiterit (SnO_2) dapat terpisah dari mineral ikutan lain yang berasosiasi dengan mineral utama sehingga konsentrat dengan kadar yang optimal dapat diperoleh.

Timah merupakan logam putih mengkilap yang memiliki warna keperakan, mudah ditempa dan bersifat fleksibel (Gambar 1). Terdapat struktur kristalin yang membentuk mineral dari timah itu sendiri dimana struktur kristalnya adalah tetragonal, namun apabila didinginkan maka timah akan bersifat mudah patah. Dibawah suhu $13,2\text{ }^\circ\text{C}$, timah akan kehilangan sifat logam.



Gambar 1. Bijih Timah

(Sumber: <https://www.dictio.id/t/pengolahan-bijih-timah/146643>)

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.

Tabel 1. Deskripsi mineral ikutan timah

No	Mineral	Rumus Kimia	Berat Jenis	Warna	Kekerasan	Kelistrikan	Kemagnetan
1.	<i>Cassiterite</i>	SnO ₂	6,8 – 7,1	Kuning, Coklat, Kuning kemerahan, Coklat kehitaman, Coklat tua	6 – 7	<i>Conduktor</i>	<i>Non magnetic</i>
2.	<i>Ilmenite</i>	FeTiO ₃	4,5 – 5	Hitam besi, Hitam keabuan	5 – 6	<i>Conduktor</i>	<i>Magnetic</i>
3.	<i>Monazite</i>	(Ce,La) PO ₄	4,6 – 5,3	Kuning, Jaring-jaring hijau	5 – 5,5	<i>Non Conduktor</i>	<i>Magnetic</i>
4.	<i>Xenotime</i>	YPO ₄	4,4 – 5,3	Kuning keabu-abuan	4 – 5	<i>Non Conduktor</i>	<i>Magnetic</i>
5.	<i>Zircon</i>	ZrSiO ₄	4,2 – 4,7	Putih bening hingga kuning, kehijauan	7,5	<i>Non Conduktor</i>	<i>Non Magnetic</i>
6.	<i>Pyrite</i>	FeS ₂	4,8 – 5	Kuning, Kuning tembaga muda	6 – 6,5	<i>Conduktor</i>	<i>Non Magnetic</i>
7.	<i>Marcasite</i>	FeS ₂	4,8 – 5	Kuning tembaga muda, kuning keabuan	6 – 6,5	<i>Conduktor</i>	<i>Non Magnetic</i>
8.	<i>Hematite</i>	Fe ₂ O ₃	5 – 5,2	Hitam besi, abu-abu besi	5,5 – 6,5	<i>Conduktor</i>	<i>Magnetic</i>
9.	<i>Topaz</i>	Al ₂ SiO ₄ (FOH) ₂	3,5 – 3,6	Tidak berwarna, Merah jambu, Ungu	8	<i>Non Conduktor</i>	<i>Non Magnetic</i>
10.	<i>Limonite</i>	2FeO33H ₂ O	3,6 – 4	Coklat tua sampai Hitam	5 – 5,5	<i>Conduktor</i>	<i>Magnetic</i>
11.	<i>Tourmaline</i>	HgAl ₃ (BOH) ₂ S ₁₄ O ₁₉	3 – 3,2	Hijau kehitaman, Hitam	7 – 7,5	<i>Non Conduktor</i>	<i>Non Magnetic</i>
12.	<i>Quartz</i>	SiO ₂	2,6 – 2,65	Tidak berwarna, Bening putih	7	<i>Non Conduktor</i>	<i>Non Magnetic</i>
13.	<i>Anatase</i>	TiO ₂	2,9	Kuning keputihan, Coklat, Coklat hitam		<i>Conduktor</i>	<i>Non Magnetic</i>
14.	<i>Rutile</i>	TiO ₂	4,2 – 4,3	Merah, Merah kehitaman, Kuning tua, Coklat	6 – 6,5	<i>Conduktor</i>	<i>Magnetic</i>
15.	<i>Magnetite</i>	FeOFe ₂ O ₃	4,9 – 5,2	Hitam bersih	5,5 – 6	<i>Conduktor</i>	<i>Magnetic</i>
16.	<i>Siderite</i>	FeCO ₃	3,8 – 4	Kuning kecoklatan	3,5 – 4	<i>Non Conduktor</i>	<i>Magnetic</i>
17.	<i>Spinel</i>	MgAl ₂ O ₃	3,5 – 4,1	Biru violet, Hijau	8	<i>Non Conduktor</i>	<i>Non Magnetic</i>
18.	<i>Galena</i>	PbS	7,4 – 7,6	Biru kehitaman	3	<i>Conduktor</i>	<i>Magnetic</i>
19.	<i>Wolframite</i>	(Fe, Mn)WO ₄	7,1 – 7,5	Hitam, Coklat, kelabu gelap	5 – 5,5	<i>Conduktor</i>	<i>Magnetic</i>
20.	<i>Colombite</i>	(Fe, Mn)Nb ₂ O ₆ (Fe, Mn)Ta ₂ O ₆	5,5 - 8,2	Hitam, Hitam kecoklatan	6	<i>Conduktor</i>	<i>Magnetic</i>
21.	<i>Tantalite</i>	(Fe, Mn)(Nb, Ta) ₂ O ₆	7,1 – 7,5	Hitam	6	<i>Conduktor</i>	<i>Magnetic</i>
22.	<i>Kaoline</i>	Al ₂ O ₃ .2SiO ₂ .2H ₂ O	2 – 2,6	Putih	2 – 2,5	<i>Non Conduktor</i>	<i>Non Magnetic</i>

Sumber: Arif, 2017

2.1.1. 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).

2.1.2. 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 diklasifikasikan berdasar lokasi pengendapannya, yaitu:

- a. Endapan eluvial, yang merupakan endapan bijih timah yang terbentuk akibat adanya pelapukan intensif yang diikuti dengan disintegrasi batuan sampling dan perpindahan mineral kasiterit (SnO_2) secara vertikal sehingga terjadi konsentrasi residual.
- b. Endapan koluvial, yang terjadi akibat adanya peluncuran hasil pelapukan endapan bijih timah primer pada lereng dan terhenti pada gradien yang agak mendatar dan terpilah.
- c. Endapan aluvial, yang 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.
- d. Endapan miencan, yang terjadi akibat adanya proses pengendapan secara selektif yang terjadi berulang-ulang di lapisan tertentu.
- e. Endapan tersebar, yang terjadi karena proses transportasi yang disebabkan oleh air hujan dengan jarak transportasi yang sangat jauh

2.1.3. Mineral Kasiterit (SnO_2)

Kasiterit (SnO_2) yang merupakan mineral utama dari timah adalah salah satu mineral yang tergolong dalam mineral oksida dan kemudian dikelompokkan lagi ke dalam mineral oksida sederhana dimana mineral kelompok ini memiliki satu unsur metal atau semimetal dan oksigen. Berdasarkan hal tersebut maka mineral kasiterit terdiri dari unsur logam timah (Sn) dan Oksigen (O_2) (Rafferty, n.d., 2012).

Jika dijelaskan secara deskriptif, mineral kasiterit (SnO_2) biasanya memiliki warna hitam atau cokelat kehitaman, hingga kuning kecoklatan. Mineral ini memiliki kilap *adamantine* hingga *metallic adamantine* sehingga dapat dikatakan jika mineral ini memiliki kilap yang cemerlang (Gamber 2). Namun biasanya banyak didapati mineral kasiterit yang memiliki kilap berkilap

(*splendent*). Mineral ini memiliki kekerasan skala mohs 6-7 dengan sistem kristal tetragonal dan berat jenis 7,0 gr/cm³.



Gambar 2. Mineral Kasiterit
(Sumber: <https://www.mindat.org/min-917.html>)

2.2. Konsentrasi Gravitasi

Konsentrasi gravitasi merupakan salah satu metode pencucian mineral yang pada prosesnya memanfaatkan gaya gravitasi dan gaya pendukung lain sehingga akan menghasilkan dua produk mineral atau lebih. Produk yang dihasilkan umumnya adalah konsentrat, tailing yang merupakan mineral pengotor dan partikel-partikel pengotor lainnya. Metode konsentrasi ini merupakan metode yang sederhana dalam pengolahan bahan galian sehingga penerapan metode ini terbilang tidak optimal dan efektif, maka dari itu membutuhkan metode lebih lanjut untuk memaksimalkan pengolahan bahan galian tersebut.

Menurut Feurstenau (2003) dalam Yulian Adinata & Permatasari (2016), konsentrasi gravitasi merupakan pengkonsentrasian mineral dengan menggunakan perbedaan berat jenis mineral dalam fluida sebagai medianya atau dengan memanfaatkan kecepatan pengendapan mineral yang berbeda. Masing-masing mineral dalam bijih akan menangkap gaya gravitasi berdasarkan nilai densitasnya. 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. Yang 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.

Nilai berbandingan antara mineral berharga dalam konsentrat terhadap keseluruhan material dalam umpan disebut dengan nilai *recovery* mineral. Apabila nilai *recovery* 80% hal ini berarti bijih mineral diperoleh kembali sebanyak 80% sedangkan 20% lainnya dianggap hilang menjadi tailing atau buangan, hal ini berlaku biasanya pada bijih mineral logam. Pada bijih mineral non logam, perolehan nilai *recovery* didapatkan dari total mineral yang terkandung dalam bijih yang dipulihkan menjadi konsentrat dan hasil pemulihan dinyatakan dalam produk akhir yang berharga.

Selain *recovery*, dalam konsentrasi juga terdapat perbandingan konsentrasi yang merupakan perbandingan antara berat umpan dan berat konsentrat. Hal ini berarti perbandingan untuk mengetahui efisiensi proses konsentrasi yang kemudian berkaitan dengan kadar konsentrasi dan nilai rasio konsentrasi. *Recovery* menyatakan jumlah atau persentase mineral berharga yang dapat diambil dari umpan dan masuk ke konsentrat (Lubis, 2012). Nilai kadar dan *recovery*, dapat diperoleh dengan persamaan 1 dan 2 sebagai berikut:

$$\text{Kadar} = \frac{\text{Berat mineral A}}{\text{Berat total umpan dalam material}} \times 100\% \quad (1)$$

$$R = \frac{C_c}{F_f} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

R = *Recovery*

F = Banyak umpan (gr)

f = Kadar Umpan (%)

C = Banyak konsentrat (gr)

c = Kadar konsentrat (%)

Pengkonsentrasian mineral dilakukan dengan menerapkan metode gravitasi yang mana lebih efektif bila digunakan pada material yang memiliki diameter seragam atau butirannya seragam. Hal ini disebabkan karena perbedaan dalam berlakunya berat material antar material yang berdiameter berbeda. Metode gravitasi dalam konsentrasi mineral merupakan metode yang

menerapkan pemisahan mineral dengan berat jenis yang berbeda-beda dan kemudian dipisahkan menjadi mineral berharga dan mineral lainnya, pemisahan dilakukan dengan menggunakan media air. Kriteria Konsentrasi (KK) adalah tingkat keberhasilan dari pemisahan mineral berharga dengan mineral pengotor dengan menentukan perbedaan berat jenis didalam media, CC dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3 sebagai berikut (Napier-Munn & Wills, 2006):

$$KK = \frac{\rho_h - \rho_f}{\rho_i - \rho_f} \quad (3)$$

Keterangan:

KK = Kriteria Konsentrasi

ρ_h = Berat jenis (Specific gravity) mineral berat

ρ_i = Berat jenis (Specific gravity) mineral ringan

ρ_f = Berat jenis (Specific gravity) mineral medium fluida

Dari persamaan tersebut, kriteria konsentrasi secara umum memberikan angka (+ atau -) seperti yang tertera pada tabel di bawah ini:

Tabel 2. Nilai Kriteria Konsentrasi pada Pemisahan Mineral

No	Nilai CC	Keterangan	Ukuran Material
1	2,50	Relatif Mudah dipisahkan	Hingga 75 μm
2	1,75 - 2,5	Dapat dipisahkan	75 μm hingga 150 μm
3	1,5 - 1,75	Sulit dipisahkan	150 μm hingga 1,7 μm
4	1,25 - 1,5	Sangat Sulit dipisahkan	
5	<1,25	Tidak memungkinkan untuk dipisahkan	

2.3. Sluice box

Sluice box adalah salah satu alat pengolahan sederhana yang biasa digunakan sebagai alat pencucian atau pencucian mineral pada tambang semprot dengan lapisan alluvial (Gambar 3). Lapisan alluvial yang disemprot dengan menggunakan air bertekanan tinggi kemudian melepaskan butiran material berharga dengan fragmen alluvial dan material tersebut disemprotkan ke dalam *Sluice box* yang kemudian dilakukan pemisahan tahap awal (Vieira, 2014).

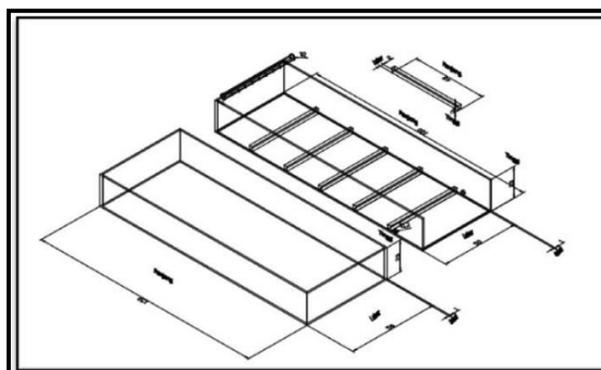


Gambar 3. Pencucian Mineral dengan *Sluice box*
(Sumber: Google.com)

Penggunaan *Sluice box* menerapkan beberapa parameter. Parameter-parameter tersebut saling berhubungan dalam menerapkan kinerja *Sluice box* sehingga proses pencucian mineral dapat berlangsung secara maksimal dengan hasil pemisahan yang optimal. Adapun parameter-parameter tersebut menurut Ludiansyah et al., (2018) adalah:

2.3.1. Ukuran dimensi dan jenis bahan box

Dimensi merupakan parameter pembangun utama untuk menentukan kekuatan alat *sluice box*. Pada dasarnya kekuatan alat dipengaruhi oleh dimensi alat itu sendiri, sehingga besar dimensi alat harus berbanding lurus terhadap daya tamping bahan galian. Terdapat beberapa ukuran dimensi yang digunakan untuk membangun suatu alat *sluice box*, namun tergantung dari kebutuhan penggunaan alat itu sendiri, adapun salah satu ukuran dimensi panjang *sluice box* pada umumnya adalah 0,5 m sampai dengan 6m. Umumnya dimensi alat ditentukan berdasarkan dari kebutuhan atau fungsi pemakaian *sluice box* dimana disesuaikan dengan banyaknya material yang akan dilakukan pencucian dalam *sluice box*, sehingga dimensi alat harus digambarkan dan direncanakan dengan benar seperti yang terlihat pada Gambar 4.

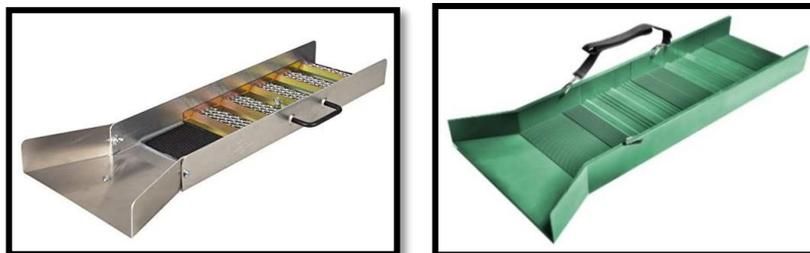


Gambar 4. Desain Teknis *Sluice box* 1.0
(Sumber: Lagowa dkk, 2021)

Dalam membuat *sluice box*, jenis bahan yang digunakan dapat berpengaruh terhadap kinerja alat. Hingga saat ini, diketahui telah ada tiga jenis *sluice box* yang dibuat berdasarkan bahan material yang berbeda yaitu *sluice box* yang dibuat dengan bahan dasar kayu (Gambar 5), kemudian *sluice box* yang dibuat dengan menggunakan bahan dasar besi/aluminium (Gambar 6) dan terakhir adalah *sluice box* yang dibuat dengan bahan dasar plastik (Gambar 6). Ketiga jenis ini banyak dipakai untuk pencucian mineral logam seperti emas dan timah.



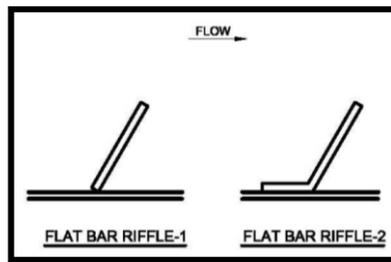
Gambar 5. *Sluice box* 1.0
(Sumber: Lagowa dkk, 2021)



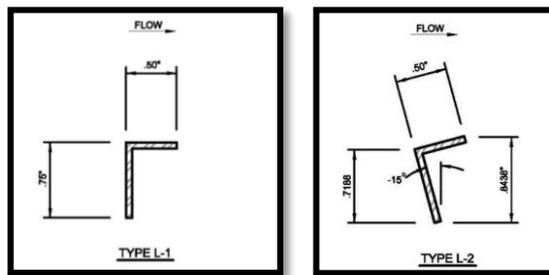
Gambar 6. *Sluice box* dari Alumunium & Plastik
(Sumber: <https://www.911metallurgist.com/blog/sluice-boxes>)

2.3.2. Model Riffle

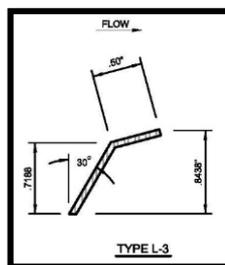
Riffle merupakan salah satu parameter lain dalam pembuatan *sluice box*, menahan bahan galian dan tempat terjadinya proses pencucian pada alat *Sluice box* merupakan peran dari *riffle* itu sendiri. Ada berbagai macam jenis *riffle* yang dapat digunakan dalam *sluice box*, pemilihan jenis *riffle* ini umumnya ditentukan berdasarkan jenis material yang akan dipakai pada *sluice box*. Setiap jenis *riffle* memiliki *desain* yang berbeda baik itu bentuk maupun kemiringan, adapun jenis *riffle* yang umumnya digunakan adalah *flat bar riffle* (Gambar 7), *Angle Iron Riffle* (Gambar 8) dan *Compound Riffle* atau *Hungarian riffle* (Gambar 9).



Gambar 7. Flat Bar Riffle
(Sumber: Weishaupt, 2009)



Gambar 8. Angle Iron Riffle
(Sumber: Weishaupt, 2009)



Gambar 9. Compound Riffle (Hungarian Riffle)
(Sumber: Weishaupt, 2009)

2.3.3. Sudut Kemiringan

Kemiringan merupakan parameter *sluice box* yang banyak dikaji. Hal ini dikarenakan kemiringan memiliki pengaruh dalam menentukan laju aliran air yang membawa material sehingga, apabila besar sudut kemiringan mencapai nilai yang tinggi maka akan mempengaruhi laju air dan berakibat pada hasil pencucian yang tidak optimal, salah satunya seperti konsentrat yang seharusnya tertahan di *riffle* akan terbawa oleh arus menuju pembuangan bersamaan dengan mineral pengotornya. Namun, apabila besar sudut kemiringan yang digunakan bernilai rendah maka pada konsentrat hasil pencucian akan didapati mineral pengotor dalam jumlah yang tidak diinginkan. Dalam hal ini maka sudut kemiringan yang disarankan untuk pencucian timah adalah pada kemiringan 3°-5°.

2.3.4. Debit Air

Debit air merupakan salah satu parameter yang penting dalam proses pencucian mineral dalam *sluice box*, peran dari debit air hampir sama dengan kemiringan sehingga debit air yang tepat akan mengoptimalkan hasil pencucian mineral pada alat *sluice box* akan tetapi hal ini hanya berlaku jika kemiringan alat juga pada sudut yang tepat. Pada dasarnya, debit air berperan untuk membawa material dengan ukuran butir tertentu yang memiliki massa jenis tertentu. Berat jenis material yang akan dilakukan pencucian menentukan seberapa besar debit air yang harus digunakan. Debit air juga berhubungan dengan kecepatan aliran fluida pembawa material pencucian, kecepatan aliran minimum dalam pencucian berdasarkan ukuran materialnya dapat dilihat pada tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Kecepatan Aliran Air Minimum Pemindahan Material

Ukuran Material	Kecepatan aliran minimum
<i>Fine Sands</i>	0,152 m/s
<i>Fine Gravels</i>	0,229 m/s
<i>1 -inch Pebbles</i>	0,609 m/s
<i>2 to 3 -inch Pebbles</i>	1,006 m/s
<i>3 to 4 -inch River Rocks</i>	1,615 m/s
<i>6 to 8 -inch River Rocks</i>	2,042 m/s

2.3.5. Saringan dan jenis karpet

Pencucian bahan galian juga merupakan peran dari saringan dan karpet, namun pemisahan juga dapat dilakukan tanpa menggunakan saringan atau karpet. Peran saringan pada *sluice box* sebagai pemisah berguna untuk memisahkan material berdasarkan ukuran butirnya. Sehingga pemilihan saringan yang tepat akan sangat berguna untuk mendapatkan hasil pencucian material yang optimal. Saringan yang dipasang pada alat memiliki ukuran tertentu, begitu pula karpet yang memiliki jenis tertentu. Ukuran dan jenis dari saringan dan karpet ini dipilih berdasarkan jenis material dan sifat fisik material itu sendiri. Contoh dari karpet yang sering dipakai dalam pencucian mineral dengan *sluice box* adalah *Rubber Mat* dan *Miner moss*.

2.4. Grain Counting Analysis

Grain Counting Analysis merupakan salah satu metode analisis yang sering dipakai dalam menentukan kadar suatu mineral dengan melakukan pemisahan mineral yang memiliki sifat fisik yang berbeda. Proses analisis mineral dengan metode ini biasanya menggunakan mikroskop binokuler dan

bantuan alat lain seperti millimeter blok yang memiliki ukuran tertentu (Napier-Munn & Wills, 2006).

Dalam praktiknya, metode ini dilakukan dengan menghitung jumlah butir setiap mineral dengan berbagai jenis mineral dimana mineral-mineral tersebut tersebar pada area yang memiliki bentuk bujur sangkar. Area-area ini memiliki luas yang sama dan penentuan area ini dapat dilakukan dengan dua macam metode yaitu metode 5 (lima) kotak bagi mineral yang memiliki ukuran butir yang relatif besar atau kasar, dan metode 3 (tiga) kotak bagi mineral yang memiliki ukuran butir relatif lebih kecil atau halus.

Penghitungan kadar dari metode Grain Counting ini dilakukan dengan rumus persamaan 4 sebagai berikut:

$$\text{Kadar Mineral } a (\%) = \frac{Na \times SGa}{(Na \times SGa) + Nb \times SGb) + \dots} \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan:

Na = jumlah butir mineral a

SGa = *Specific Gravity* mineral a

Nb = jumlah butir mineral b

SGb = *Specific Gravity* mineral b

2.5. Hasil Penelitian Sebelumnya

Terdapat beberapa penelitian serupa yang telah dilakukan sebelumnya dengan hasil yang bervariasi, antara lain:

1. Arif (2017) melakukan penelitian mengenai rancangan *Sluice box* dan pengaruh kemiringan alat terhadap kadar dan *recovery* bijih timah. Peneliti merancang *Sluice box* dengan dimensi panjang 162 cm, lebar 40,6 cm, dan ketinggian box 10 cm. *Sluice box* yang dirancang menggunakan 2 buah *riffle* berbentuk balok. Dari hasil penelitiannya, diketahui bahwa nilai *recovery* pencucian bijih timah tidak hanya didasarkan pada persen kadar Sn yang didapat, tetapi juga dipengaruhi oleh berat kering yang sesuai.
2. Ludiansyah, Widiatmoko, & Sriyanti (2018) melakukan penelitian tentang rancangan *Sluice box* berdasarkan kemiringan dan ukuran butir guna memperoleh nilai *recovery* optimal pada hematit (Fe_2O_3). Dari hasil penelitiannya, diketahui bahwa bentuk dan model dari *Sluice box* sangat berpengaruh terhadap nilai *recovery*. Hasil nilai *recovery* lebih optimal pada kemiringan *Sluice box* 5° dibandingkan pada kemiringan 8°.

3. Lagowa dkk (2021) dalam Jurnal Pengabdian Masyarakat telah melakukan penelitian dalam pembuatan *Sluice box* untuk meningkatkan sumber daya laboratorium Teknik Kebumihan Universitas Jambi. Dalam penelitiannya disebutkan bahwa dalam pembuatan alat *Sluice box* diperlukan modifikasi terhadap parameter yang telah dibuat yaitu parameter berat jenis umpan dan parameter kemiringan alat. kemiringan *Sluice box* berimplikasi terhadap kuantitas *recovery material* yang dihasilkan serta kadar konsentrat yang didapat.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Fakultas Sains dan Teknologi (FST) Universitas Jambi (UNJA) yang berada di Jl. Lintas Jambi-Muara Bulian Km. 15, Mendalo Darat, Kec. Jambi Luar Kota, Kab. Muaro Jambi, Jambi. Secara geografis FST UNJA terletak pada 1° 36' 52.152" LS dan 103° 31' 11.004" BT.

3.2. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni-September tahun 2022 dengan rincian jadwal penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. Rincian Jadwal Penelitian

Kegiatan	Minggu										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Studi Literatur											
Percobaan pencucian bijih timah pada alat <i>Sluice box</i> 1.0 dengan parameter yang telah ditetapkan											
Analisis kandungan bijih timah sebagai <i>sample</i> di Laboratorium											
Mengevaluasi hasil percobaan untuk mendapatkan rancangan alat <i>Sluice box</i> 2.0 yang lebih optimal											
Perancangan dan pembuatan alat <i>Sluice box</i> 2.0 dengan parameter yang sama berdasarkan hasil evaluasi											
Percobaan ulang pencucian bijih timah pada alat <i>sluice box</i> 2.0 dengan parameter yang sama.											
Analisis kandungan bijih timah hasil percobaan di Laboratorium											
Pengolahan data dan kesimpulan											

3.3. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut

3.3.1. Alat

1. *Sluice box 1.0* yang sebelumnya telah dibuat pada program pengabdian masyarakat Teknik Pertambangan.



Gambar 10. Sluice Box 1.0

(Sumber: Lagowa dkk, 2021)

2. Timbangan Digital, digunakan untuk mengukur berat mineral serta berat perolehan *recovery* dan kadar konsentrat yang didapat.



Gambar 11. Timbangan Digital

(sumber: dokumentasi penulis)

3. Ayakan, digunakan untuk mengukur ukuran partikel material yang digunakan. Ayakan dipinjam dari Laboratorium Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jambi



Gambar 12. Mesin Shieve Shaker

(sumber: dokumentasi penulis)

4. Bak penampung, sebagai tampungan air yang akan digunakan dalam proses pencucian serta sebagai tempat menampung tailing hasil dari proses tersebut. Terdapat 2 bak penampungan yang digunakan secara terpisah. Bak penampung dipinjam dari Laboratorium Teknik Kebumihan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi



Gambar 13. Bak Penampung Air

(sumber: dokumentasi penulis)

5. Pompa air, dengan kapasitas hingga 28 L/menit digunakan sebagai pengangkut air dari bak penampungan serta mendorong air sebagai media pemisahan material. Pompa air dipinjam dari Laboratorium Teknik Kebumihan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi



Gambar 14. Mesin Pompa Air
(sumber: dokumentasi penulis)

6. Busur Derajat, digunakan sebagai pengatur sudut yang akan digunakan. Busur derajat didapat dari pembelian di toko peralatan bangunan.



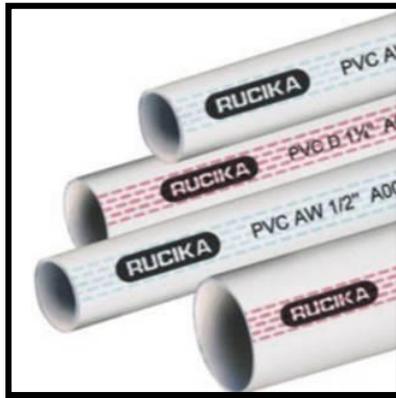
Gambar 15. Busur Derajat
(sumber: dokumentasi penulis)

7. Drum Air 150 L, untuk menampung air dan mengalirkan air ke sluice box.



Gambar 16. Drum Plastik 150 L
(Sumber: Google.com)

8. Pipa PVC berukuran 0,5 inchi, yang digunakan membantu pengaliran air pada proses pencucian.



Gambar 17. Pipa PVC
(sumber: Google.com)

9. Mikroskop Trinokuler, digunakan dalam *Grain Counting Analysis* (GCA).



Gambar 18. Mikroskop trinokuler dan seperangkat alat GCA
(sumber: dokumentasi penulis)

3.3.2. Bahan

1. Pasir timah, yang digunakan sebagai *sample* konsentrat timah dan didapatkan dari tambang timah yang dikelola masyarakat lokal pulau Bangka.



Gambar 19. *Sample* pasir timah
(sumber: dokumentasi penulis)

2. Pasir biasa, digunakan sebagai *sample* campuran untuk pasir timah. Didapatkan dari toko bangunan terdekat.



Gambar 20. *Sample* pasir biasa
(sumber: dokumentasi penulis)

3.4. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan berdasarkan metode eksperimen dimana dilakukan pengujian *sample* penelitian terhadap alat *Sluice box* dengan dilakukan percobaan menggunakan beberapa parameter tertentu. Adapun tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah:

3.4.1. Studi Literatur

Diperlukan adanya pemahaman secara teori mengenai penelitian yang dilakukan. Maka dari itu, dalam penelitian ini dilakukan studi literatur dengan mempelajari teori-teori yang berhubungan dengan *Sluice box* dan *sample* penelitian yaitu bijih timah sekunder. Studi literatur dilakukan guna untuk membantu pengumpulan data yang dibutuhkan dan didapatkan dari bahan pustaka seperti laporan, jurnal, ataupun buku yang bersangkutan dengan penelitian.

3.4.2. Pencucian Bijih Timah dan Analisis hasil pada *Sluice box* 1.0

Dilakukan percobaan pada *sample* terhadap alat *Sluice box* 1.0 yang sebelumnya telah dibuat. Proses pencucian dilakukan menggunakan parameter yang sama dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Kemudian pencucian dilakukan dengan menggunakan kemiringan 2°, 6°, dan 8°. Kemiringan ini diperoleh dari standar kemiringan untuk pencucian timah. Proses pencucian bijih timah sebanyak 1000 gram yang dicampur dengan pasir biasa sebanyak 2000 gram dilakukan dengan debit air yang sama yaitu 20 L/menit. Proses pengaliran air untuk pencucian dibuat mengalir dari Drum Plastik sebesar 150 liter, hal ini diharapkan agar dapat membantu menaikkan debit air. Kemudian digunakan pompa air untuk mengalirkan air yang ada pada bak penampung air hasil pencucian untuk dialirkan kembali pada drum plastik.

Gambar dibawah merupakan tampak instalasi pada pencucian bijih timah menggunakan *Sluice box* 1.0.



Gambar 21. Instalasi alat *sluice box* 1.0
(sumber: dokumentasi penulis)

Proses pencucian dilakukan dengan bantuan tangan untuk membantu proses penyebaran material dalam *sluice box*. Material hasil pencucian yang terdiri dari Konsentrat dan Tailing kemudian dikeringkan dan ditimbang.

Bijih timah yang menjadi *sample* penelitian didapatkan melalui proses pembelian pada tambang rakyat di Provinsi Bangka Belitung yang dikirimkan ke Kota Jambi dimana lokasi penelitian berada. *Sample* yang didapatkan merupakan *sample* yang belum diketahui berapa persen kadar timah (SnO_2) dan mineral lain yang ada pada *sample*, sehingga diperlukan analisis untuk mengetahui hal tersebut. Analisis dilakukan dengan metode *Grain Counting* yang merupakan metode untuk mengetahui kadar dari suatu *sample* konsentrat

mineral berat dengan cara membandingkan antara persen volume suatu mineral tertentu terhadap mineral lainnya secara keseluruhan.

Evaluasi hasil dari percobaan pencucian bijih timah pada *Sluice box* 1.0 dilakukan dengan melihat tingkat keberhasilan dari proses pencucian terhadap bijih timah berdasarkan nilai kadar dan *recovery* yang didapat dari percobaan. Kemudian keterdapatannya *loose* dan faktor lain yang menyebabkan kinerja alat *Sluice box* yang ada menjadi tidak optimal. Faktor-faktor tersebut dilihat dari parameter-parameter utama yang ada dalam *Sluice box* seperti bahan pembangun *Sluice box*, dimensi, kemiringan, kecepatan aliran air, karpet, dan *riffle*.

3.4.3. Perancangan dan Pembuatan Alat *Sluice box* 2.0

Perancangan *Sluice box* yang 2.0 dilakukan dengan menggunakan parameter yang sama dengan *Sluice box* 1.0 namun dengan memodifikasi alat berdasarkan hasil evaluasi yang telah dilakukan. *Sluice box* 2.0 ini dibuat dengan bahan dasar material aluminium dan besi, material tersebut dipilih dengan tujuan untuk agar alat *Sluice box* dapat bertahan lama apabila digunakan sebagai alat praktikum. Adapun parameter rancangan lain yang adalah dimensi alat *Sluice box* seperti lebar dan panjang yang didapatkan berdasarkan hasil perhitungan, *riffle* dan pompa pengalir air. Setelah perancangan, alat *Sluice box* dibuat dengan menggunakan jasa pengelasan yang ada di Kota Jambi. Pembuatan mengikuti hasil desain dan rancangan yang ditetapkan.

3.4.4. Pencucian Bijih Timah dan Analisis Hasil pada *Sluice box* 2.0

Proses pencucian yang dilakukan pada tahapan ini sama dengan percobaan yang dilakukan sebelumnya pada alat *Sluice box* 1.0, yaitu dengan memisahkan 3000gr *sample* terhadap beberapa kemiringan sehingga didapatkan konsentrat dan tailing dari hasil pencucian. Adapun parameter yang digunakan sama dengan percobaan pada *Sluice box* 1.0. Percobaan ini dilakukan untuk melihat seberapa optimal alat *Sluice box* 2.0 dalam melakukan pencucian bijih timah. Sehingga dapat dimanfaatkan dengan lebih maksimal sebagai alat Pengolahan Bahan Galian skala laboratorium.

Setelah dilakukan percobaan kembali pada alat *Sluice box* 2.0, kemudian dilakukan lagi analisis yang sama pada *sample* hasil pencucian untuk mengetahui kadar timah (SnO_2) akhir yaitu dengan melakukan *Grain Counting Analysis*. Kemudian dari hasil perhitungan kadar, akan dihitung *recovery* hasil pencucian timah yang telah dilakukan. Hasil analisis ini kemudian disimpulkan untuk melihat tingkat optimal alat pada saat pencucian terhadap kemiringan alat.

Untuk memudahkan jalannya pelaksanaan penelitian ini, maka seluruh percobaan pencucian bijih timah dalam penelitian ini dilakukan berdasarkan matriks penelitian pada beberapa tabel di bawah. Penerapan tersebut dilakukan untuk setiap percobaan pencucian bijih timah dengan menggunakan alat *Sluice box 1.0* ataupun *Sluice box 2.0*. Dari matriks ini didapatkan data hasil setiap percobaan dan juga dilakukan beberapa perhitungan terhadap data yang diperoleh.

3.5. Analisa Mineral Bijih (Grain Counting Analysis)

Grain Counting Analysis (GCA) adalah metode analisis *sample* yang diterapkan pada penelitian ini yang untuk memperoleh data berupa persentase kadar dari material baik itu konsentrat maupun tailing. Analisis GCA berlangsung dengan melakukan beberapa tahapan yaitu:

1. Persiapan *Sample*
 - a) *Sample* hasil pencucian ditimbang satu persatu yang terdiri dari konsentrat dan tailing
 - b) *Sample* diayak hingga mendapatkan beberapa *sample* dengan 5 fraksi yang berbeda yaitu fraksi #8, #10, #18, #32, dan >#32
 - c) Kemudian *sample* dikurangi hingga mencapai berat 1 gram dengan metode *Coning Quartering*



Gambar 22. Proses *coning quartering*

- d) Menggunakan kertas millimeter blok, dibuat grid dengan ukuran 5 x 5 cm dan dibuat grid didalamnya dengan ukuran 1x1 cm sebanyak 5 kotak dengan posisi diagonal membentuk X
2. Persiapan Alat
 - a) Perhitungan *sample* menggunakan mikroskop trinokuler dengan perbesaran 40x
 - b) Mikroskop kemudian dinyalakan dan lakukan pengecekan terhadap lensa dan cahaya mikroskop

- c) Setelah mikroskop dipastikan berfungsi, maka letakkan *sample* ke dalam cawan petri yang sudah tedapat millimeter blok secara merata
 - d) Sesuaikan arah lensa dan cahaya agar mineral dapat terlihat jelas
3. Analisis Mineral Butir
- a) Jumlah butir masing-masing mineral yang terdapat didalam grid kemudian dihitung satu-persatu sesuai jenis mineralnya seperti pada gambar 16 di bawah ini.



Gambar 23. Grid dalam analisis *Grain Counting*
(sumber: dokumentasi penulis)

- b) Hasil perhitungan kemudian dikalkulasikan dengan persamaan 4 untuk mendapatkan kadar *sample* dari masing-masing mineral.

Catatan:

Grid yang dipakai disesuaikan dengan ukuran butir material, jika ukuran butir material maka dibutuhkan 5 grid yang memberntuk X, namun jika ukuran butir material lebih besar maka jumlah grid yang dibutuhkan adalah 3 yang berbentuk secara diagonal.

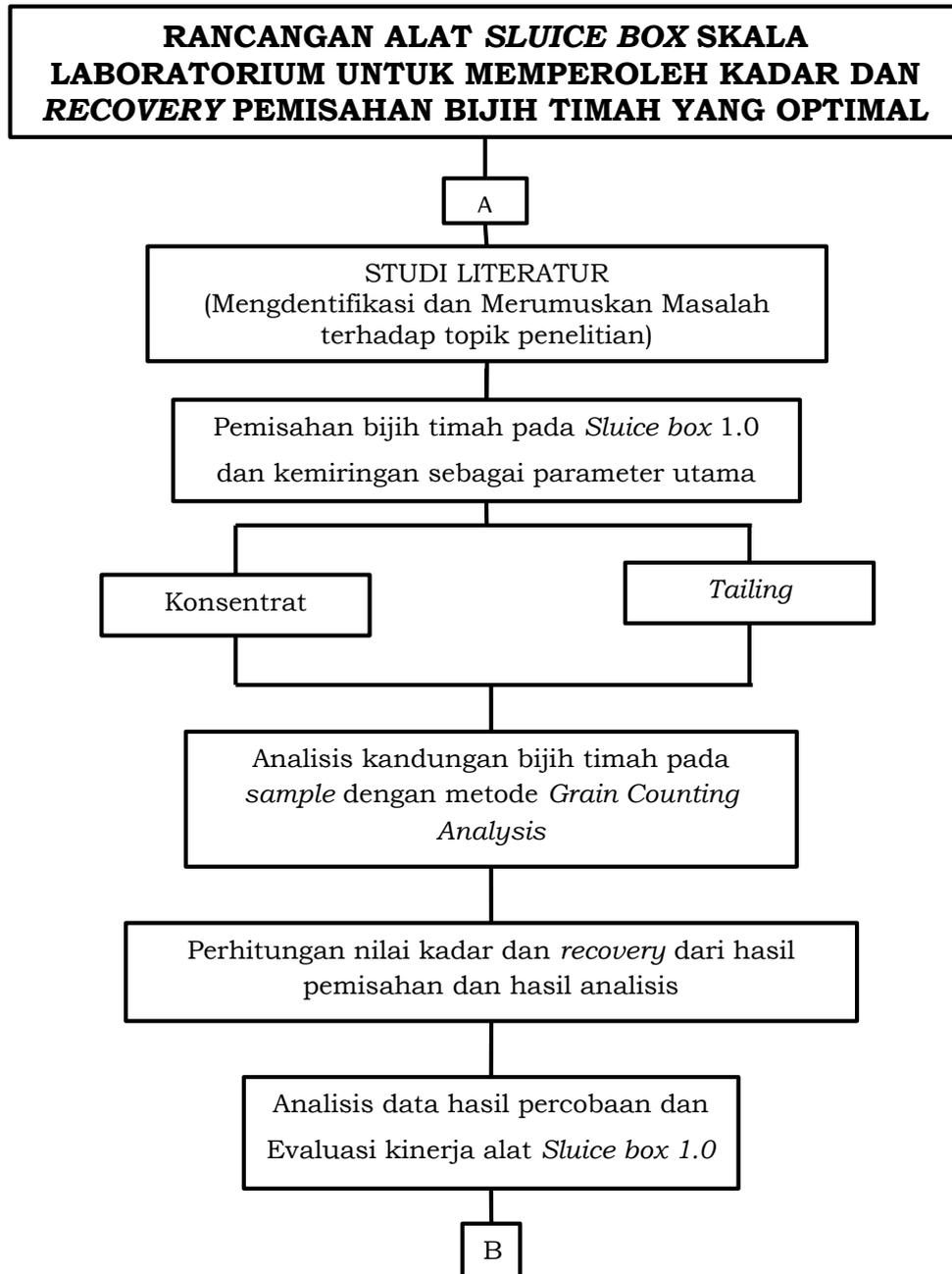
3.6. Matriks Penelitian

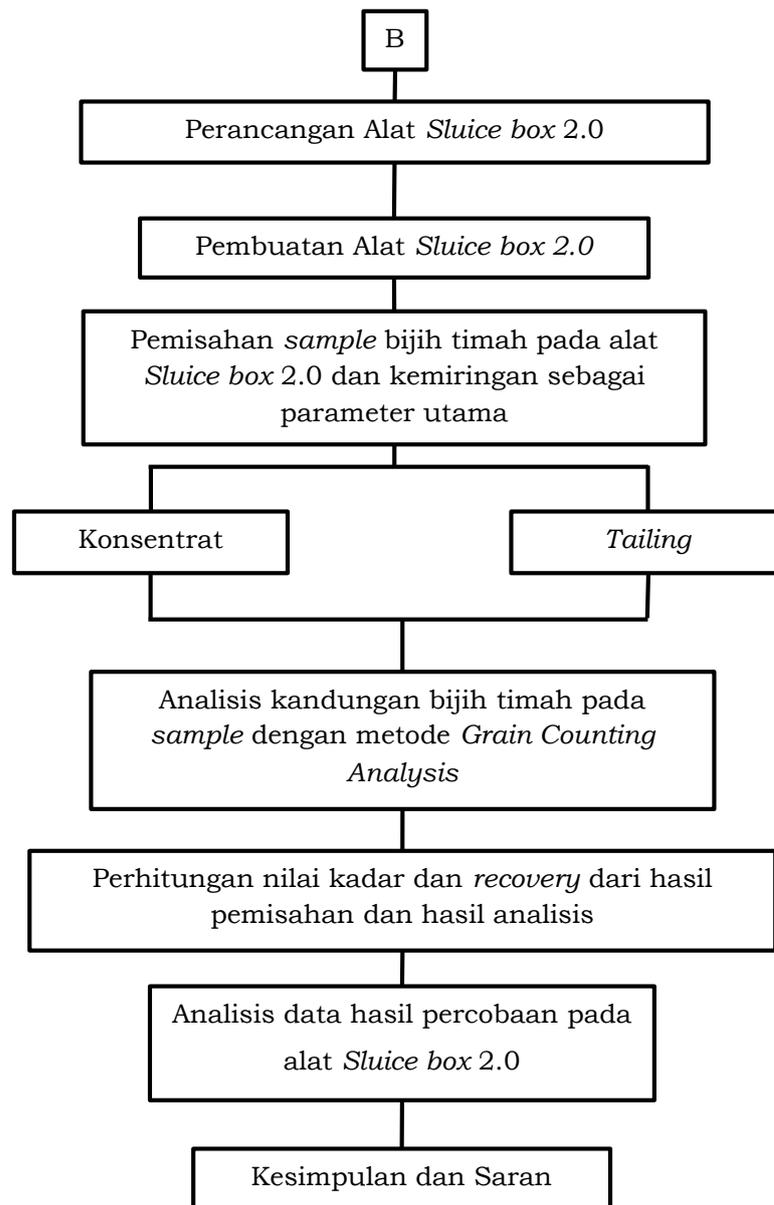
Untuk memudahkan jalannya pelaksanaan penelitian ini, maka seluruh percobaan pemisahan bijih timah dalam penelitian ini dilakukan berdasarkan matriks penelitian pada tabel di bawah. Penerapan tersebut dilakukan untuk setiap percobaan pencucian bijih timah dengan menggunakan alat *Sluice box 1.0* ataupun *Sluice box 2.0*. Dari matriks ini akan didapatkan data hasil setiap percobaan dan juga dilakukan beberapa perhitungan terhadap data yang diperoleh. Matriks penelitian tersebut tersaji dalam tabel 5 sebagai berikut:

Tabel 5. Contoh Matriks Penelitian

<i>Sluice box</i>								
Sudut kemiringan	Umpan		Konsentrat		Tailing		<i>Recovery</i>	Losses
	Berat (g)	Kadar (%)	Berat (g)	Kadar (%)	Berat (g)	Kadar (%)	(%)	(gr)
2°	3000	%F	Wk ₁	%k ₁	Wt ₁	%t ₁	%R ₁	WL ₁
6°			Wk ₂	%k ₂	Wt ₂	%t ₂	%R ₂	WL ₂
8°			Wk ₃	%k ₃	Wt ₃	%t ₃	%R ₃	WL ₃
Keterangan:								
F	= Umpan (Feed)		Wt	= Berat Tailing				
Wk	= Berat konsentrat		WL	= Berat Losses				
%t	= Kadar Tailing		%t	= Kadar konsentrat				
R	= nilai <i>recovery</i>							

3.7. Bagan Alir Penelitian





IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kriteria Konsentrasi (KK)

Perhitungan kriteria konsentrasi (KK) bertujuan untuk menilai mineral apa saja selain mineral utama yang dapat dipisahkan dengan metode konsentrasi gravitasi. Perhitungan nilai kriteria konsentrasi dilakukan berdasarkan persamaan 3 dan hasil perhitungan kemudian diselaraskan dengan tabel 2. Perolehan nilai KK mineral utama pada timah dengan kasiterit (SnO_2) dengan berat jenis $6,9 \text{ gr/cm}^3$ sebagai mineral utama terhadap 10 mineral yang ada pada sampel disajikan pada tabel 6 di bawah ini:

Tabel 6. Kriteria Konsentrasi mineral ikutan timah

No	Nama Mineral	Rumus Kimia	Berat Jenis (gr/cm^3)	Nilai CC	Keterangan
1	Kuarsa	SiO_2	2.6	3.69	Mudah dilakukan pemisahan pada semua ukuran butir dari #10 - #325
2	Turmaline	$\text{HgAl}_3(\text{BOH})_2\text{S}_{14}\text{O}_{19}$	3.2	2.68	
3	Biotit	$\text{K}(\text{Mg,Fe})_3(\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{F,OH})_2)$	3.3	2.57	
4	Siderit	FeCO_3	3.8	2.11	
5	Ilmenit	FeTiO_3	4.5	1.69	Mudah dilakukan pemisahan pada ukuran butir dari #10 - #100
6	Zircon	ZrSiO_4	4.6	1.64	
7	Monazite	$(\text{Ce,La}) \text{PO}_4$	4.8	1.55	
8	Pyrite	FeS_2	4.8	1.55	Mudah dilakukan pemisahan pada ukuran butir dari #10 - #20
9	Magnetite	Fe_3O_4	5.17	1.41	
10	Hematite	Fe_2O_3	5.3	1.37	

Sumber: Napier-Munn & Wills, 2006

Berdasarkan tabel di atas, dapat diketahui bahwa secara keseluruhan 10 mineral selain kasiterit yang ada pada sampel timah tersebut dapat dilakukan pemisahan dengan metode gravitasi dengan mudah. Sehingga dapat disimpulkan bahwa material yang digunakan pada penelitian ini sudah termasuk dalam kriteria mudah untuk dipisahkan dan material dengan berat jenis serupa juga dapat digunakan. Selain itu ke 10

4.2. Pencucian Bijih Timah dan Analisis hasil pada *Sluice box* 1.0

Proses pencucian dilakukan menggunakan debit air 20 L/menit dan pencucian menggunakan instalasi seperti pada gambar 21. Dari proses pencucian menggunakan *sluice box* 1.0, maka didapatkan data hasil sebagai berikut:

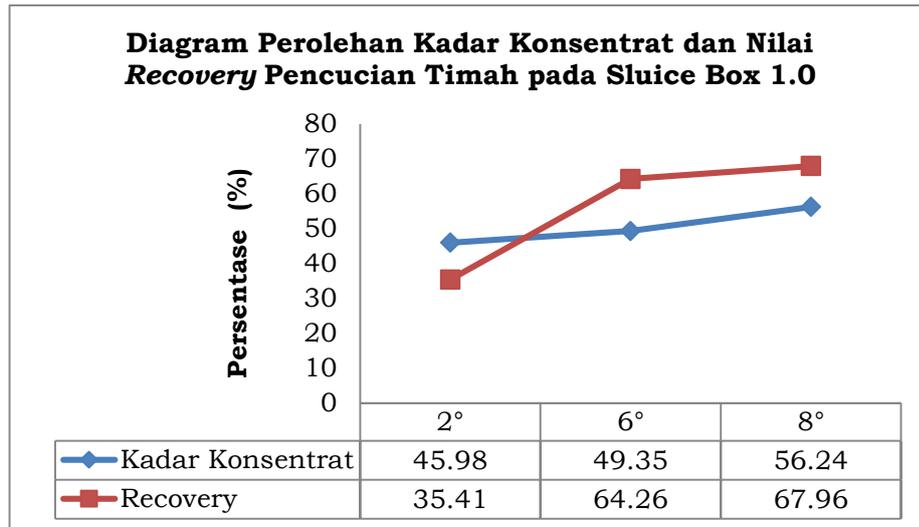
Tabel 7. Hasil Pencucian pada *Sluice box* 1.0

<i>Sluice box</i> 1.0								
Sudut kemiringan	Umpan		Konsentrat		Tailing		<i>Recovery</i> (%)	Berat Losses (g)
	Berat (g)	Kadar (%)	Berat (g)	Kadar (%)	Berat (g)	Kadar (%)		
2°	3000	56,27	1300	45,98	59	10,12	35,41	1641
6°			2198	49,35	619	28,41	64,26	183
8°			2040	56,24	943	30,34	67,96	17

Berdasarkan tabel 7 di atas, dapat dilihat bahwa terdapat material yang hilang dengan angka yang sangat besar seberat 1641 gram dari banyaknya umpan pada kemiringan 2°. Hal ini disebabkan oleh instalasi alat yang membuat material terendapkan pada drum plastik dan kemudian material tersebut ikut terbawa pada proses pencucian setelahnya sehingga terdapat kemungkinan adanya proses pengumpanan yang berulang dalam pencucian tersebut. Losses yang terjadi kemudian mempengaruhi hasil dari kadar konsentrat serta *recovery*. Gambar 24 di bawah merupakan hasil dari pencucian pada kemiringan 2°.



Gambar 24. Hasil Pencucian dengan *Sluice box* 1.0 pada kemiringan 2°
(sumber: dokumentasi penulis)



Gambar 25. Diagram Perolehan Kadar Konsentrat dan Nilai Recovery Pencucian Timah pada Sluice Box 1.0

Jika dilihat pada gambar 25 di atas, terjadi peningkatan kadar pada setiap kemiringan akan tetapi nilai *recovery* yang dihasilkan meningkat. Sementara itu, pada kemiringan 8° dihasilkan kadar konsentrat tertinggi yaitu 56,24% dengan nilai *recovery* yang juga merupakan nilai tertinggi yaitu sebesar 67,96%. Menurut Rumbino & Krisnasiwi (2019), semakin tinggi kemiringan sluice box maka nilai *recovery* akan semakin menurun namun terjadi proses pemisahan yang lebih baik yang berarti nilai kadar konsentrat menjadi lebih baik. Maka dari itu hasil yang didapatkan pada pencucian ini tidak optimal dan instalasi alat yang diterapkan tidak dapat membantu pencucian menjadi lebih baik.

Selain itu, hasil proses pencucian bijih timah dengan menggunakan alat *sluice box* 1.0 dan dilakukan dengan metode konsentrasi gravitasi dipengaruhi terhadap beberapa faktor sebagai berikut:

1) Rancangan dimensi *sluice box*

Pada saat pencucian terdapat beberapa kebocoran sehingga dapat menyebabkan material terendap ke dalam sela-sela badan box karena Badan *sluice box* yang terbuat dari kayu ditimpa permukaannya dengan menggunakan besi yang telah dilengkapi oleh *riffle* yang dipasang dan sulit untuk di lepas. Hal ini membuat material yang terendapkan di sela-sela samping box maupun *riffle* sulit untuk diambil kembali. Kemudian lebar box yang besar membutuhkan debit air yang besar pula untuk dapat melakukan pencucian secara optimal, terlebih lagi jika material yang akan digunakan memiliki jumlah yang banyak. Pada *sluice box* 1.0 juga tidak terdapat feeding area yang membuat proses

pemberian umpan menjadi sempit dan material akan langsung bertemu dengan riffle.

2) Debit air dan kemiringan box

Dengan menggunakan debit air sebesar 20L/menit dan menggunakan kemiringan berbeda dalam pencucian maka berpengaruh terhadap kecepatan aliran air yang terjadi pada saat pencucian. Hal ini dapat dilihat pada tabel 8 di bawah ini:

Tabel 8. Kecepatan Aliran Pencucian *Sluice box* 1.0

<i>Sluice box</i> 1.0	
Kemiringan	Kecepatan Aliran Air (m/s)
2°	1,95
6°	2,44
8°	2,63

Debit air yang digunakan pada pencucian dengan menggunakan *Sluice box* 1.0 ini merupakan debit air paling maksimal yang dialirkan melalui drum dengan pengaliran berupa pipa berdiameter 0,5 inchi dan pipa tersebut kemudian dihubungkan dengan sebuah pipa berdiameter yang sama namun diberikan lubang kecil sebagai tempat jalan keluar air sebesar 0,5 cm sebanyak 10 lubang. Pengaliran air dengan menggunakan lubang kecil tersebut membuat air tidak mengalir dengan optimal, hal ini dapat dilihat pada gambar 26 di bawah.



Gambar 26. Aliran air keluar dari pipa pada *Sluice box* 1.0
(sumber: dokumentasi penulis)

3) *Riffle*

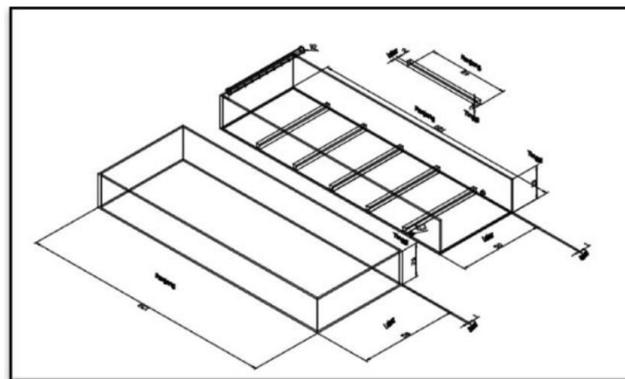
Menurut Rahmanudin dalam Arif (2017), peran *riffle* dalam *sluice box* digunakan untuk membantu menahan mineral berat dan menciptakan arus turbulen yang berguna dalam membawa mineral ringan ataupun mineral dengan partikel halus. Jika menurut pada fungsi *riffle* itu sendiri, maka pada dimensi *riffle* tertentu diperlukan debit air tertentu agar pencucian dapat dilakukan secara optimal. Dalam pencucian menggunakan *sluice box* 1.0, dengan debit air maksimal yang hanya 20 L/menit dan tinggi *riffle* sebesar 2 cm menghasilkan kinerja *riffle* yang tidak maksimal. Aliran air yang dihasilkan belum dapat membantu *riffle* memisahkan mineral berat dan ringan sehingga masih banyak mineral pengotor yang tertahan di *riffle*.

4.3. Perancangan dan Pembuatan *Sluice box* 2.0

4.3.1. Rancangan Dimensi Box

Penentuan dimensi *sluice box* dalam penelitian ini didapatkan dari hasil pencucian pada *Sluice box* 1.0 yang telah dilakukan dan juga membandingkan beberapa referensi dari hasil penelitian dan studi terdahulu.

Adapun rancangan alat *sluice box* 1.0 dapat terlihat pada gambar 27 di bawah ini:



Gambar 27. Desain teknis *Sluice Box* 1.0

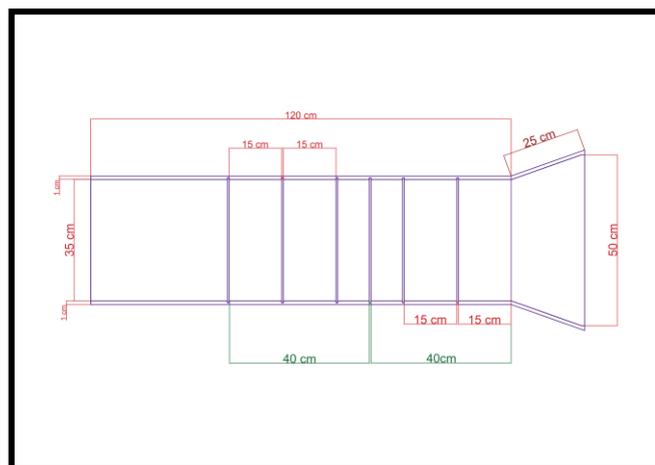
Penentuan ukuran dimensi *sluice box* diawali dengan menentukan panjang, lebar, tinggi dan jarak antar *riffle*, serta debit air optimal yang digunakan. Berikut merupakan beberapa referensi yang diambil sebagai acuan dalam menentukan dimensi *sluice box* yang tertera dalam tabel 9 sebagai berikut:

Tabel 9. Perbandingan dimensi *Sluice box* 1.0 dengan referensi lain.

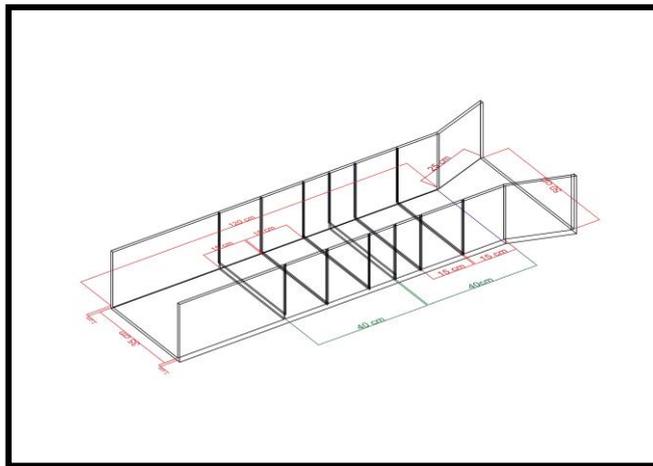
Penelitian Terdahulu	Dimensi			Riffle		Debit Air Optimal (L/Menit)	Kadar Optimal (%)	Recovery Optimal (%)
	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Tinggi (cm)	Jarak Antar Riffle (cm)			
<i>Sluice box</i> 1.0	120	50	20	2	40	25	25,36 pada kemiringan 2°	42,37 pada kemiringan 8°
Chorio Ryandi Arif (2017)	162	40,6	10	2,5	1) 72 2) 50	22	91,76 pada kemiringan 2°	37,13 pada kemiringan 5°
Moch Ariza Sativa (2021)	120	40	20	0,4	15	60	72,40	92,28
Bagas Leo Parpolo (2021)	120	40	20	0,8	10	20	69,70	82,87

Berdasarkan perbandingan dari beberapa referensi tersebut maka dibuat dimensi *Sluice box* 2.0 dengan panjang feed box 25 cm, panjang box pencucian 120 cm, lebar box 35 cm dan tinggi box 20 cm. Pemilihan ukuran ini didasari pada percobaan pencucian pertama yang telah dilakukan terhadap *Sluice box* 1.0 dengan debit air 20 L/menit dimana dengan lebar box yang besar akan membuat kecepatan aliran air menurun karena membutuhkan waktu yang lebih untuk air mengalir secara merata dalam pencucian, sehingga lebar box lebih kecil.

. Berikut adalah hasil rancangan dimensi *sluice box* 2.0 yang dapat dilihat pada gambar di bawah :



Gambar 28. Tampak atas desain *Sluice box* 2.0
(sumber: dokumentasi penulis)



Gambar 29. Desain 3D *Sluice box 2.0*
(sumber: dokumentasi penulis)

4.3.2. Riffle

Sluice box 2.0 dilengkapi dengan *Riffle* yang berjenis *Angle Iron Riffle*. Pemilihan jenis *riffle* ini dikarenakan oleh beberapa faktor yaitu:

- a. Praktis dan mudah untuk dibuat dengan bahan material dasar yang mudah didapatkan sehingga lebih ekonomis.
- b. Lebih kuat dan kokoh
- c. Kinerja yang sangat baik
- d. Dapat diatur kemiringan dari riffle dari tegak lurus hingga condong ke belakang.

Riffle terdiri dari 3 (tiga) ukuran yang berbeda yaitu *Riffle ke-1* yang berjumlah 2 buah dengan ukuran lebar 2 cm dan tinggi 2 cm, jarak 40 cm dari area feed box dan 40 cm setelahnya. *Riffle ke-2* berjumlah 2 buah dengan lebar 2 cm dan tinggi 1 cm, dengan jarak *riffle* adalah 15 cm dari setiap *riffle ke-1*. Pada *riffle ke-3* berjumlah 2 buah dengan lebar 2 cm dan tinggi 0,7 cm, dengan jarak *riffle* yang sama yaitu 15 cm dari *riffle ke-2*. Adapun jarak antar riffle dibuat berdasarkan referensi dari Weishaupt (2009) dimana jarak antar riffle dinamakan sebagai 'ruang kosong' dengan jarak 4,5-6 inchi atau sama dengan 11-15 cm.

Berdasarkan penjelasan di atas, desain dari dimensi *sluice box* 2.0 dapat dilihat pada tabel 10 sebagai berikut:

Tabel 10. Dimensi *Sluice box* 2.0

No	Bagian Alat	Panjang	Lebar	Tinggi	Jarak	Jumlah
1	Dimensi Feeding Area	25 cm	35-50 cm	20 cm	-	-
2	Dimensi Box Pencucian	120 cm	35 cm	20 cm	-	-
3	<i>Riffle</i> 1	35 cm	2 cm	2 cm	40 cm	2
4	<i>Riffle</i> 2	35 cm	2 cm	1 cm	15 cm dari <i>riffle</i> 1	2
5	<i>Riffle</i> 3	35 cm	2 cm	0,7 cm	15 cm dari <i>riffle</i> 2	2

Sluice box dilengkapi dengan kaki *sluice box* yang memiliki panjang 50 cm pada setiap sudutnya. Kemudian alat dipasang engsel yang dapat dinaik turunkan sehingga mempermudah untuk menyesuaikan kemiringan pada saat digunakan dan pada ujung *sluice box* dipasang busur sebagai acuan kemiringan.

Aluminium menjadi bahan utama pembuatan alat terutama pada box pencucian, sedangkan pada area kaki dibuat dengan menggunakan bahan besi. Pembuatan alat dilakukan di Bengkel Las UD. Teratai Teknik, pembuatan alat memakan waktu 10 hari. Alat *Sluice box* 2.0 dapat dilihat pada gambar 30 di bawah ini:



Gambar 30. *Sluice box* 2.0
(sumber: dokumentasi penulis)

4.4. Pencucian Bijih Timah dan Analisis Hasil pada *Sluice box 2.0*

Pencucian bijih timah menggunakan *sluice box 2.0* dilakukan dengan proses yang sama seperti pada *sluice box 1.0*, hanya saja terdapat beberapa perbedaan yaitu peningkatan debit air yang digunakan. Debit air dalam memisahkan material menggunakan *sluice box 2.0* adalah 30 L/menit. Seperti halnya pada *Sluice box 1.0*, pada alat ini juga dihitung kecepatan aliran air pada setiap kemiringan yang disajikan pada tabel 11 dibawah ini:

Tabel 11. Kecepatan aliran air pada *Sluice box 2.0*

<i>Sluice box 2.0</i>	
Kemiringan	Kecepatan Aliran Air (m/s)
2°	1,41
6°	1,98
8°	2,22

Proses pencucian tidak dilakukan dengan bantuan drum air untuk menampung air, namun air langsung dialirkan dari bak penampungan sehingga pengaliran air dilakukan dengan sistem rotasi dimana air dari bak penampung dialirkan menuju *sluice box 2.0* dengan bantuan pompa air dan pada pipa hisap dibuat digunakan ukuran 0,5 inchi sementara pada pipa keluar digunakan ukuran 1 inchi, selanjutnya air yang keluar akan terus mengalir dan mencuci material hingga kembali ke bak penampung. Hal ini dilakukan untuk meminimalisir terjadinya kehilangan material pada saat proses pencucian berlangsung. Berikut adalah tampak instalasi alat pada pencucian bijih timah menggunakan *Sluice box 2.0*:



Gambar 31. Instalasi alat *Sluice box 2.0*
(sumber: dokumentasi penulis)

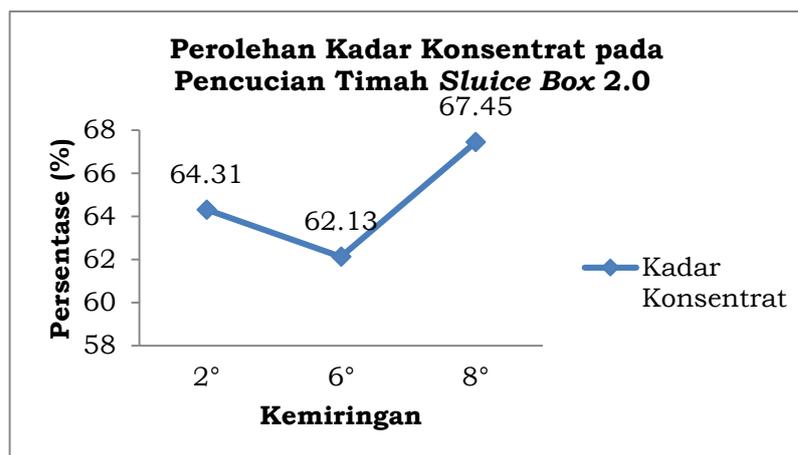
Material yang telah mengalami pencucian kemudian dilakukan analisis yang sama menggunakan metode *Grain Counting*, hasil analisis tersebut dapat dilihat pada tabel 12 berikut:

Tabel 12. Hasil Analisis pada *Sluice box 2.0*

<i>Sluice box 2.0</i>								
Sudut kemiringan	Umpan		Konsentrat		Tailing		Recovery (%)	Berat Losses (g)
	Berat (g)	Kadar (%)	Berat (g)	Kadar (%)	Berat (g)	Kadar (%)		
2°	3000	56,27	2095	64,31	539	25,41	79,81	366
6°			1721	62,13	974	27,46	63,34	305
8°			1418	67,45	1260	22,58	56,66	322

4.4.1. Kadar Konsentrat

Dari hasil pencucian bijih timah menggunakan *sluice box 2.0*, dapat dilihat bahwa kadar tertinggi yang dihasilkan dari pencucian ini terdapat pada kemiringan 8° yaitu sebesar 67,45%.



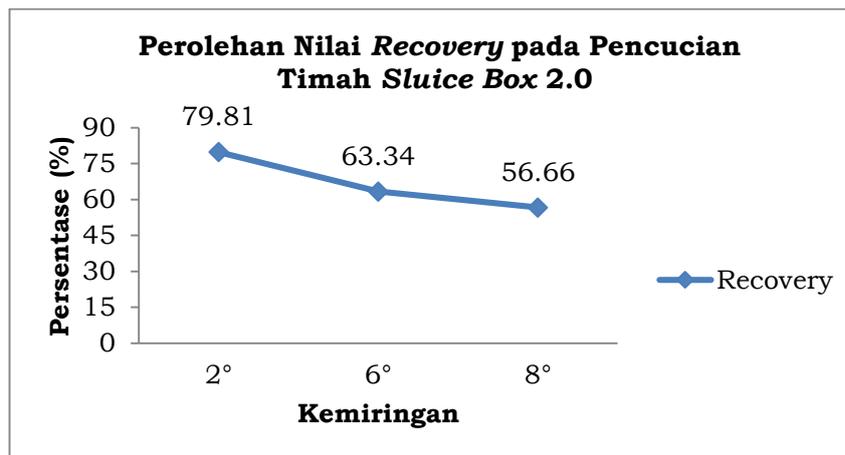
Gambar 32. Diagram Perolehan Kadar Konsentrat Pencucian Timah pada *Sluice Box 2.0*

Berdasarkan gambar 32 di atas, kadar konsentrat SnO_2 yang dihasilkan pada *sluice box 2.0* memiliki rata-rata sebesar 64,63%. Terjadi peningkatan kadar dalam hasil pencucian dengan menggunakan *sluice box 2.0*, hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Rumbino & Krisnasiwi (2019) bahwa kemiringan mempengaruhi nilai *recovery* dan kadar konsentrat dimana penambahan kemiringan dapat meningkatkan nilai kadar konsentrat. Nilai kadar konsentrat SnO_2 yang dihasilkan juga dipengaruhi dengan besarnya kadar SnO_2 pada umpan, dalam penelitian ini kadar SnO_2 dalam umpan adalah sebesar 56,27%. Kemudian pada kemiringan 6° terlihat bahwa konsentrat yang dihasilkan memiliki nilai paling rendah hal ini dapat disebabkan oleh beberapa hal seperti adanya material berharga yang memiliki ukuran butir kecil yang

tidak tertahan oleh riffle sehingga masuk ke dalam tailing ataupun pada saat melakukan analisis perhitungan kadar dimana jumlah butir mineral berharga lebih sedikit dibanding mineral lainnya.

4.4.2. Recovery

Seperti halnya nilai kadar konsentrat, perolehan nilai *recovery* pencucian dengan *sluice box 2.0* yang dihasilkan memiliki nilai paling tinggi pada kemiringan 2°. Nilai *recovery* pencucian dengan *sluice box 2.0* semakin menurun seiring bertambahnya kemiringan alat. Menurut Ludiansyah et al (2018), bentuk dan model *sluice box* sangat berpengaruh pada nilai *recovery* yang lebih optimal sehingga dalam penelitiannya pencucian dengan kemiringan yang lebih kecil menghasilkan nilai *recovery* yang lebih optimal dibandingkan pencucian dengan kemiringan yang lebih besar. Sehingga penulis yakin bahwa penelitian ini telah dilakukan sesuai dengan teori yang ada. Dari hasil pencucian pada *Sluice box 2.0* tersebut maka disimpulkan bahwa nilai *recovery* paling optimal diperoleh pada kemiringan 2° yaitu sebesar 79,81% seperti pada gambar 33 di bawah.



Gambar 33. Perolehan Nilai Recovery pada Pencucian Timah Sluice Box 2.0

Pada penelitian ini, nilai *recovery* yang dihasilkan dalam masing-masing pencucian masih terbilang rendah yaitu dibawah 80%. Hal ini dikarenakan rendahnya kadar SnO₂ pada umpan dengan jumlah umpan yang banyak yaitu sebesar 3000 gr yang mempengaruhi hasil pencucian. Kemudian, salah satu faktor harus diperhatikan untuk dapat mencapai *recovery* yang baik adalah jumlah debit air yang dipakai dan seberapa besar kecepatan air yang digunakan, faktor ini berhubungan pula dengan kemiringan yang digunakan dalam pencucian mineral.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Pada pencucian menggunakan *Sluice box* 1.0, kadar konsentrat tertinggi dihasilkan pada kemiringan 8° yaitu 56,24% dengan nilai *recovery* tertinggi 67,96% pada kemiringan 8° , pencucian dengan alat *sluice box* 1.0 tidak optimal karena instalasi alat yang membuat terjadi pengulangan proses pengumpanan. Selain itu dimensi, riffle, dan debit air pencucian pada *sluice box* 1.0 perlu diperbaiki untuk lebih mengoptimalkan kinerja alat.
2. Dimensi *Sluice box* 2.0 dirancang memiliki panjang feed box 25 cm, panjang box pencucian 120 cm, lebar box 35 cm dan tinggi box 20 cm. Kemudian *sluice box* 2.0 dilengkapi dengan *Riffle* yang berjeniskan Angle Iron *Riffle*. *Riffle* terdiri dari 3 (tiga) ukuran yang berbeda yaitu *Riffle* ke-1 yang berjumlah 2 buah dengan ukuran lebar 2 cm dan tinggi 2 cm, jarak 40 cm dari area feed box dan 40 cm setelahnya. *Riffle* ke-2 berjumlah 2 buah dengan lebar 2 cm dan tinggi 1 cm, dengan jarak *riffle* adalah 15 cm dari setiap *riffle* ke-1. Pada *riffle* ke-3 berjumlah 2 buah dengan lebar 2 cm dan tinggi 0,7 cm, dengan jarak *riffle* yang sama yaitu 15 cm dari *riffle* ke-2.
3. Pada pencucian menggunakan *Sluice box* 2.0, kadar konsentrat tertinggi dihasilkan pada kemiringan 8° yaitu sebesar 67,45% dengan nilai *recovery* optimal yaitu sebesar 79,81% yang dihasilkan pada kemiringan 2° sementara pada kemiringan 8° nilai *recovery* menunjukkan angka terkecil yaitu 56,66% .

5.2. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan melalui penelitian ini adalah:

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut pada variabel lain dalam *sluice box* seperti pengaruh besarnya debit air terhadap hasil pencucian mineral.
2. Diperlukan penyesuaian umpan yang akan dilakukan pencucian, baik dari jumlah material, jenis material dan keseragaman ukuran butir material sehingga proses pencucian dengan *sluice box* 2.0 dapat lebih optimal.
3. Disarankan untuk adanya penelitian pada alat menggunakan jenis riffle yang berbeda.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- Arif, C. R. (2017). *Pembuatan Dan Optimalisasi Kinerja Shakan (Sluice Box) Dalam Proses Pemisahan Bijih Timah Skala Laboratorium Dengan Teknik*. 1–7.
- Lagowa, M. I., Asra, R., Megasukma, Y., Wahyudi, L., & Zahar, W. (2021). *Peningkatan sumberdaya laboratorium teknik kebumih universitas jambi melalui pembuatan sakan (sluice box)*. 2(1).
- Ludiansyah, R., Widiatmoko, H. C., & Sriyanti. (2018). Rancangan Alat Sluice Box Berdasarkan Kemiringan dan Ukuran Butir Guna Memperoleh Nilai Recovery Optimal pada Hematit (Fe_2O_3) di Pesisir Pantai Cibobos Kecamatan Bayah Kabupaten Lebak Provinsi Banten. *Teknik Pertambangan*, 495–502.
- Napier-Munn, T. J., & Wills, B. A. (2006). Wills' Mineral Processing Technology. In *Mineral Processing Technology* (Issue October). Elsevier Science & Technology Books. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7506-4450-1.X5000-0>
- Rafferty, J. P. (2012). *MINERALS* (First Edit). Britannica Educational Publishing.
- Rumbino, Y., & Krisnasiwi, I. F. (2019). RECOVERY KONSENTRAT PASIR BESI MENGGUNAKAN ALAT SLUICE BOX. *Jurnal Ilmiah Teknologi FST Undana*, 13(1), 48–54.
- Vieira, R. (2014). Optimization of Sluice box Performance. *Guyana Geology and Mines Commission, September*. Guyana Geology and Mines Commission
- Weishaupt, G. (2009). *How To Build and Operate Sluice Boxes Part III Riffle Testing*. University Of British Columbia.
- Yulian Adinata, D., & Permatasari, Y. I. (2016). Analisa Hasil Pencucian Bijih Timah Pada Harz Jig Dalam Menurunkan Kadar Timah (Sn) Pada Tailing di PT Timah (Persero) Tbk. Unit Kundur, Kepulauan Riau (The Analysis of Tin Ore Leaching Products of Harz Jig In Reducing Tin Tailing Levels In Kundur Unit of. *Promine Journal*, 4(2), 44–51.
- Yulianti, Bani, B., & Albana. (2020). Analisa Pertambangan Timah Di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. *Jurnal Ekonomi*, 22(1), 54–62.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Debit Air

Pada saat proses pencucian, debit air dihitung menggunakan wadah dengan volume 500 mL atau 0,5 L. Perhitungan waktu dilakukan dengan menggunakan *stopwatch*.

Waktu tempuh air untuk memenuhi wadah sebesar 0,5 L :

Sluice box 1.0 = 1,5 detik = 0,025 menit

Sluice box 2.0 = 1 detik = 0,017 menit

Perhitungan debit air adalah sebagai berikut:

$$Q_{sb1} = \frac{V}{t_1}$$

$$Q_{sb1} = \frac{0,5 L}{0,025 \text{ min}}$$

$$Q_{sb1} = 20 L/\text{min} = 3,3 \times 10^{-4} m^3/s$$

$$Q_{sb2} = \frac{V}{t_1}$$

$$Q_{sb2} = \frac{0,5 L}{0,017 \text{ min}}$$

$$Q_{sb2} = 20 L/\text{min} = 5 \times 10^{-4} m^3/s$$

Lampiran 2. Kecepatan Aliran Air yang keluar dari Pipa

Kecepatan aliran (A) dari pipa dihitung dengan menggunakan luas penampang pipa. Pada pencucian, pipa yang digunakan memiliki diameter 0,5 inci untuk kedua *Sluice box*. Namun pada *sluice box* 1.0 air keluar melalui beberapa lubang kecil berukuran 0,5 cm dengan jumlah lobang 10 buah Sehingga luas penampang dari pipa tersebut dapat dihitung sebagai berikut:

1) *Sluice box* 1.0

$$A = \frac{1}{4}\pi D^2$$
$$A = \frac{1}{4}3,14 \times 0,5^2$$
$$A = 0,196 \text{ cm}^2$$

Karena terdapat 10 buah lubang maka menjadi:

$$A = 0,196 \times 10$$
$$A = 1,96 \text{ cm}^2 = 1,96 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

2) *Sluice box* 2.0

0,5 inch = 1,27 cm

$$A = \frac{1}{4}\pi D^2$$
$$A = \frac{1}{4}3,14 \times 1,27^2$$
$$A = 1,26 \text{ cm}^2 = 1,26 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

Setelah mendapatkan luas penampang (V) dari masing-masing pipa, maka kecepatan aliran air pada pipa dapat dihitung sebagai berikut:

$$V = \frac{Q}{A}$$

- *Sluice box* 1.0

$$V = \frac{3,3 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}}{1,96 \times 10^{-4} \text{ m}^2}$$
$$V = 1,68 \text{ m}/\text{s}$$

- *Sluice box* 2.0

$$V = \frac{5 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}}{1,26 \times 10^{-4} \text{ m}^2}$$
$$V = 3,97 \text{ m}/\text{s}$$

Lampiran 3. Perhitungan Ketinggian Penyangga Alat

Penyangga alat dihitung dengan menerapkan konsep trigonometri dan data yang diperlukan adalah panjang alat (l) dan kemiringan alat (β). sehingga perhitungan tersebut terlihat sebagai berikut:

$$h' = \sin \beta \times l$$

A. Sluice box 1.0

- Kemiringan 2°

$$h' = \sin 2^\circ \times 1,5 \text{ m}$$

$$h' = 0,035 \times 1,5 \text{ m}$$

$$h' = 0,05 \text{ m}$$

- Kemiringan 6°

$$h' = \sin 6^\circ \times 1,5 \text{ m}$$

$$h' = 0,105 \times 1,5 \text{ m}$$

$$h' = 0,16 \text{ m}$$

- Kemiringan 8°

$$h' = \sin 8^\circ \times 1,5 \text{ m}$$

$$h' = 0,139 \times 1,5 \text{ m}$$

$$h' = 0,21 \text{ m}$$

B. Sluice box 2.0

- Kemiringan 2°

$$h' = \sin 2^\circ \times 1,45 \text{ m}$$

$$h' = 0,035 \times 1,45 \text{ m}$$

$$h' = 0,051 \text{ m}$$

- Kemiringan 6°

$$h' = \sin 6^\circ \times 1,45 \text{ m}$$

$$h' = 0,105 \times 1,45 \text{ m}$$

$$h' = 0,15 \text{ m}$$

- Kemiringan 8°

$$h' = \sin 8^\circ \times 1,45 \text{ m}$$

$$h' = 0,139 \times 1,45 \text{ m}$$

$$h' = 0,202 \text{ m}$$

Lampiran 4. Perhitungan Kecepatan Laju Aliran Air

Untuk menghitung kecepatan laju aliran air digunakan hukum Bernoulli yang memanfaatkan jumlah tekanan. Kemudian, energy kinetic dan energy potensial adalah sama setiap volume pada masing-masing titik aliran fluida. Berikut merupakan persamaan dari hukum *bernoulli*:

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2$$

Keterangan :

P_1 = tekanan air masuk

P_2 = tekanan air keluar

h_1 = ketinggian aliran air yang masuk

h_2 = ketinggian aliran air yang keluar

v_1 = Kecepatan aliran yang masuk

v_2 = Kecepatan aliran yang keluar

ρ = massa jenis fluida (air = 1000 Kg/m³)

g = Percepatan gravitasi (9,8 m²/s)

Aliran air pada *sluice box* mengalir pada penampang terbuka sehingga tekanan yang ada merupakan tekanan pada ruang terbuka dimana tekanan air pada pangkal alat (air masuk) hingga ujung alat (air keluar) adalah sama. Sehingga dapat diketahui bahwa:

$$P_1 = P_2$$

Sehingga rumus yang didapatkan adalah:

$$P_1 - P_2 = \rho g (h_1 - h_1) + \frac{1}{2}\rho (V_1^2 - V_2^2)$$

$$0 = \rho g (h_1 - h_2) + \frac{1}{2}\rho (V_1^2 - V_2^2)$$

Pada ketinggian, digunakan ketinggian masing-masing alat dimana:

- Ketinggian alat *Sluice box* 1.0 = 100 cm = 1 m
- Ketinggian alat *Sluice box* 2.0 = 50 cm = 0,5 m

Ketinggian air yang masuk dihitung dari ketinggian alat ditambah ketinggian penyangga alat sehingga didapatkan hasil sebagai berikut:

$$h_1 = h + h'$$

1) *Sluice box* 1.0

- Kemiringan 2°

$$h_1 = 1 + 0,05$$

$$h_1 = 1,05 \text{ m}$$

- Kemiringan 6°

$$h_1 = 1 + 0,16$$

$$h_1 = 1,16 \text{ m}$$

- Kemiringan 8°

$$h_1 = 1 + 0,21$$

$$h_1 = 1,21 \text{ m}$$

2) *Sluice box 2.0*

- Kemiringan 2°

$$h_1 = 0,5 + 0,051$$

$$h_1 = 0,551 \text{ m}$$

- Kemiringan 6°

$$h_1 = 0,5 + 0,15$$

$$h_1 = 0,65 \text{ m}$$

- Kemiringan 8°

$$h_1 = 0,5 + 0,202$$

$$h_1 = 0,702 \text{ m}$$

Sehingga perhitungan kecepatan aliran air pada masing-masing kemiringan setiap *sluice box* adalah:

$$0 = \rho g(h_1 - h_2) + \frac{1}{2} \rho (V_1^2 - V_2^2)$$

1) *Sluice box 1.0*

- Kemiringan 2°

$$0 = 1000 \cdot 9,8(1,05 - 1) + \frac{1}{2} 1000(1,68^2 - V_2^2)$$

$$0 = 9800(0,05) + 500(2,82 - V_2^2)$$

$$0 = 490 + 1410 - 500V_2^2$$

$$V_2^2 = \frac{1900}{500}$$

$$V_2 = \sqrt{3,8} = 1,95 \text{ m/s}$$

- Kemiringan 6°

$$0 = 1000 \cdot 9,8(1,16 - 1) + \frac{1}{2} 1000(1,68^2 - V_2^2)$$

$$0 = 9800(0,16) + 500(2,82 - V_2^2)$$

$$0 = 1568 + 1410 - 500V_2^2$$

$$V_2^2 = \frac{2978}{500}$$

$$V_2 = \sqrt{5,96} = 2,44 \text{ m/s}$$

- Kemiringan 8°

$$0 = 1000 \cdot 9,8(1,21 - 1) + \frac{1}{2} 1000(1,68^2 - V_2^2)$$

$$0 = 9800(0,21) + 500(2,82 - V_2^2)$$

$$0 = 2058 + 1410 - 500V_2^2$$

$$V_2^2 = \frac{3468}{500}$$

$$V_2 = \sqrt{6,9} = 2,63 \text{ m/s}$$

2) *Sluice box 2.0*

- Kemiringan 2°

$$0 = 1000 \cdot 9,8(0,551 - 0,5) + \frac{1}{2} 1000(3,97^2 - V_2^2)$$

$$0 = 9800(0,051) + 500(15,76 - V_2^2)$$

$$0 = 499,8 + 7880 - 500V_2^2$$

$$V_2^2 = \frac{8379,8}{500}$$

$$V_2 = \sqrt{16,76} = 4,1 \text{ m/s}$$

- Kemiringan 6°

$$0 = 1000 \cdot 9,8(0,65 - 0,5) + \frac{1}{2} 1000(3,97^2 - V_2^2)$$

$$0 = 9800(0,15) + 500(15,76 - V_2^2)$$

$$0 = 1470 + 7880 - 500V_2^2$$

$$V_2^2 = \frac{9350}{500}$$

$$V_2 = \sqrt{18,7} = 4,3 \text{ m/s}$$

- Kemiringan 8°

$$0 = 1000 \cdot 9,8(0,702 - 0,5) + \frac{1}{2} 1000(3,97^2 - V_2^2)$$

$$0 = 9800(0,202) + 500(15,76 - V_2^2)$$

$$0 = 1979,6 + 7880 - 500V_2^2$$

$$V_2^2 = \frac{9859,6}{500}$$

$$V_2 = \sqrt{19,71} = 4,4 \text{ m/s}$$

Lampiran 5. Perhitungan *recovery* Pencucian Timah

Nilai *recovery* pencucian timah dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$R = \left(\frac{K.k}{F.f} \right) \times 100\%$$

1) *Recovery Sluice box 1.0*

- Kemiringan 2°

$$R = \left(\frac{1300 \times 45,98}{3000 \times 56,27} \right) \times 100\%$$

$$R = \left(\frac{59.774}{168.810} \right) \times 100$$

$$R = 35,41 \%$$

- Kemiringan 6°

$$R = \left(\frac{2198 \times 49,35}{3000 \times 56,27} \right) \times 100\%$$

$$R = \left(\frac{108.471,3}{168.810} \right) \times 100$$

$$R = 64,26 \%$$

- Kemiringan 8°

$$R = \left(\frac{2040 \times 56,24}{3000 \times 56,27} \right) \times 100\%$$

$$R = \left(\frac{114.729,6}{168.810} \right) \times 100$$

$$R = 67,96 \%$$

2) *Recovery Sluice box 2.0*

- Kemiringan 2°

$$R = \left(\frac{2095 \times 64,31}{3000 \times 56,27} \right) \times 100\%$$

$$R = \left(\frac{134.729,45}{168.810} \right) \times 100$$

$$R = 79,81 \%$$

- Kemiringan 6°

$$R = \left(\frac{1721 \times 62,13}{3000 \times 56,27} \right) \times 100\%$$

$$R = \left(\frac{106.925,73}{168.810} \right) \times 100$$

$$R = 63,34 \%$$

- Kemiringan 8°

$$R = \left(\frac{1418 \times 67,45}{3000 \times 56,27} \right) \times 100\%$$

$$R = \left(\frac{95.644,1}{168.810} \right) \times 100$$

$$R = 56,66 \%$$

Lampiran 6. Perhitungan Kriteria Konsentrasi (KK)

Kriteria konsentrasi dihitung berdasarkan massa jenis fluida, mineral utama dan mineral pengikat. Pada penelitian ini fluida yang digunakan adalah air dengan massa jenis 1 g/cm³ dan mineral utama pada penelitian ini adalah kasiterit yang memiliki massa jenis 6,9 g/cm³ dapat dilakukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$KK = \frac{\rho_B - \rho'}{\rho_R - \rho'}$$

- KK Mineral Kuarsa terhadap Kasiterit:

$$KK = \frac{6,9 \text{ g/cm}^3 - 1 \text{ g/cm}^3}{2,6 \text{ g/cm}^3 - 1 \text{ g/cm}^3}$$

$$KK = \frac{5,9 \text{ g/cm}^3}{1,6 \text{ g/cm}^3}$$

$$KK = 3,69$$

- KK Mineral Turmalin terhadap Kasiterit

$$KK = \frac{6,9 \text{ g/cm}^3 - 1 \text{ g/cm}^3}{3,2 \text{ g/cm}^3 - 1 \text{ g/cm}^3}$$

$$KK = \frac{5,9 \text{ g/cm}^3}{2,2 \text{ g/cm}^3}$$

$$KK = 2,68$$

- KK Mineral Biotit terhadap Kasiterit

$$KK = \frac{6,9 \text{ g/cm}^3 - 1 \text{ g/cm}^3}{3,3 \text{ g/cm}^3 - 1 \text{ g/cm}^3}$$

$$KK = \frac{5,9 \text{ g/cm}^3}{2,3 \text{ g/cm}^3}$$

$$KK = 2,57$$

- KK Mineral Siderit terhadap Kasiterit

$$KK = \frac{6,9 \text{ g/cm}^3 - 1 \text{ g/cm}^3}{3,8 \text{ g/cm}^3 - 1 \text{ g/cm}^3}$$

$$KK = \frac{5,9 \text{ g/cm}^3}{2,8 \text{ g/cm}^3}$$

$$KK = 2,11$$

- KK Mineral Pirit terhadap Kasiterit

$$KK = \frac{6,9 \text{ g/cm}^3 - 1 \text{ g/cm}^3}{4,8 \text{ g/cm}^3 - 1 \text{ g/cm}^3}$$

$$KK = \frac{5,9 \text{ g/cm}^3}{3,8 \text{ g/cm}^3}$$

$$KK = 1,55$$

- KK Mineral Ilmenit terhadap Kasiterit

$$KK = \frac{6,9 \text{ g/cm}^3 - 1 \text{ g/cm}^3}{4,5 \text{ g/cm}^3 - 1 \text{ g/cm}^3}$$

$$KK = \frac{5,9 \text{ g/cm}^3}{3,5 \text{ g/cm}^3}$$

$$KK = 1,69$$

- KK Mineral Zircon terhadap Kasiterit

$$KK = \frac{6,9 \text{ g/cm}^3 - 1 \text{ g/cm}^3}{4,6 \text{ g/cm}^3 - 1 \text{ g/cm}^3}$$

$$KK = \frac{5,9 \text{ g/cm}^3}{3,6 \text{ g/cm}^3}$$

$$KK = 1,64$$

- KK Mineral Monasit terhadap Kasiterit

$$KK = \frac{6,9 \text{ g/cm}^3 - 1 \text{ g/cm}^3}{4,8 \text{ g/cm}^3 - 1 \text{ g/cm}^3}$$

$$KK = \frac{5,9 \text{ g/cm}^3}{3,8 \text{ g/cm}^3}$$

$$KK = 1,55$$

- KK Mineral Magnetit terhadap Kasiterit

$$KK = \frac{6,9 \text{ g/cm}^3 - 1 \text{ g/cm}^3}{5,17 \text{ g/cm}^3 - 1 \text{ g/cm}^3}$$

$$KK = \frac{5,9 \text{ g/cm}^3}{4,17 \text{ g/cm}^3}$$

$$KK = 1,41$$

- KK Mineral Hematit terhadap Kasiterit

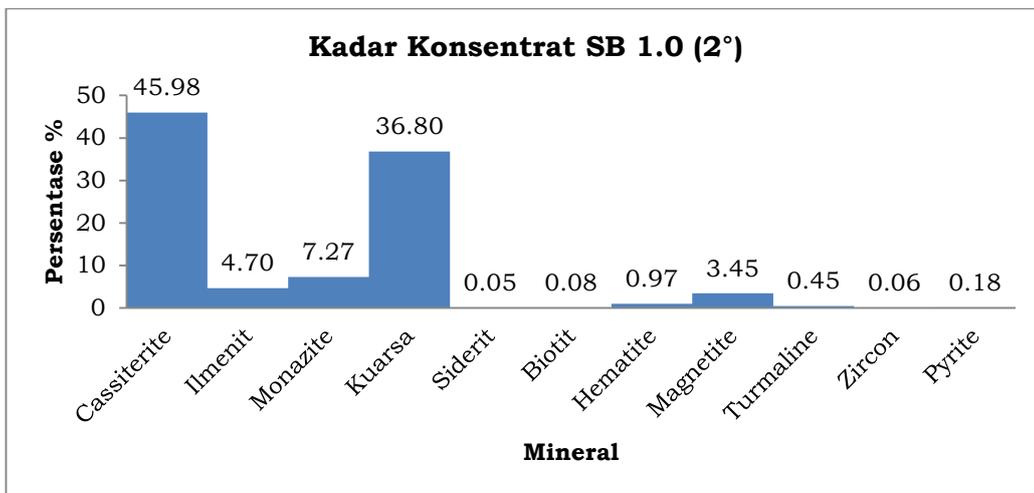
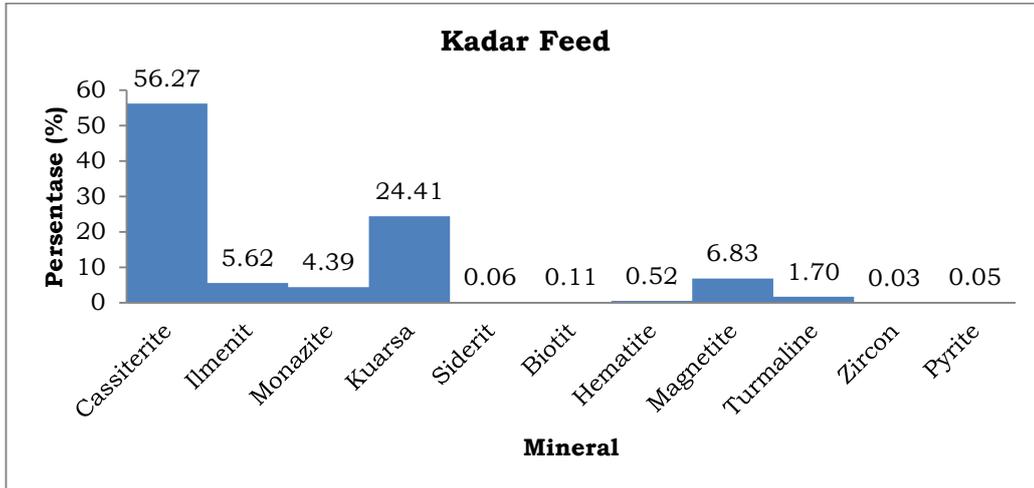
$$KK = \frac{6,9 \text{ g/cm}^3 - 1 \text{ g/cm}^3}{5,3 \text{ g/cm}^3 - 1 \text{ g/cm}^3}$$

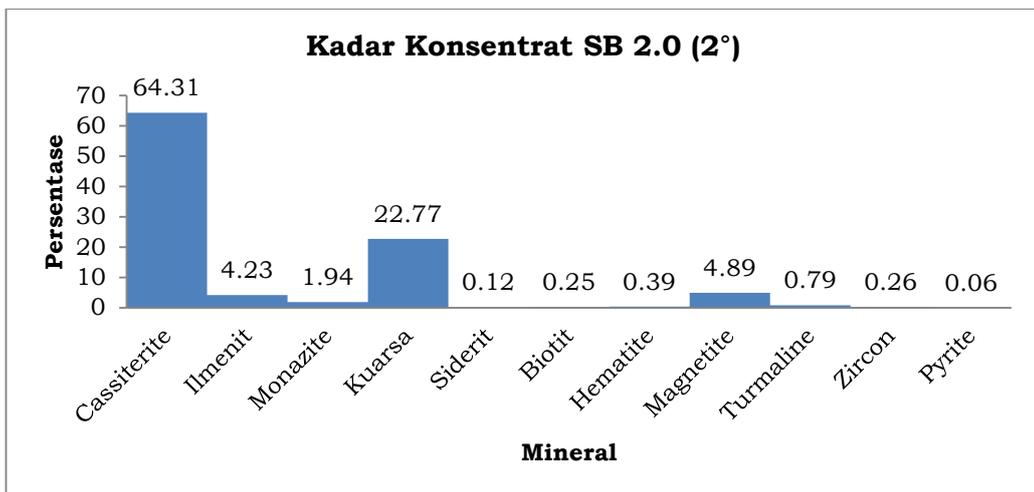
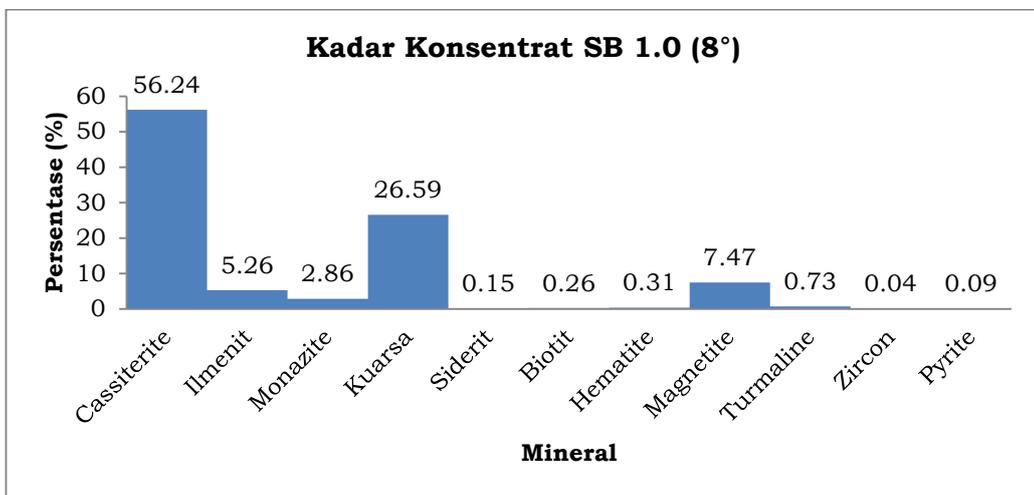
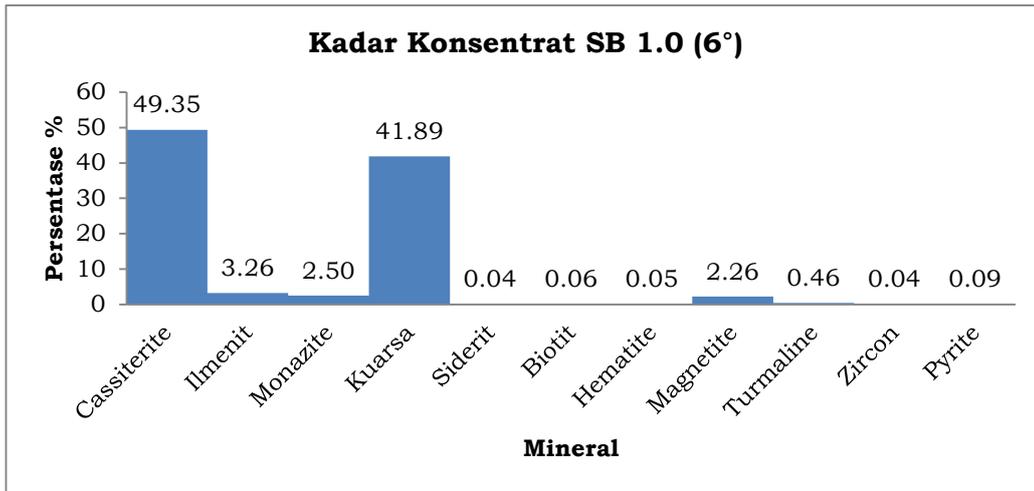
$$KK = \frac{5,9 \text{ g/cm}^3}{4,3 \text{ g/cm}^3}$$

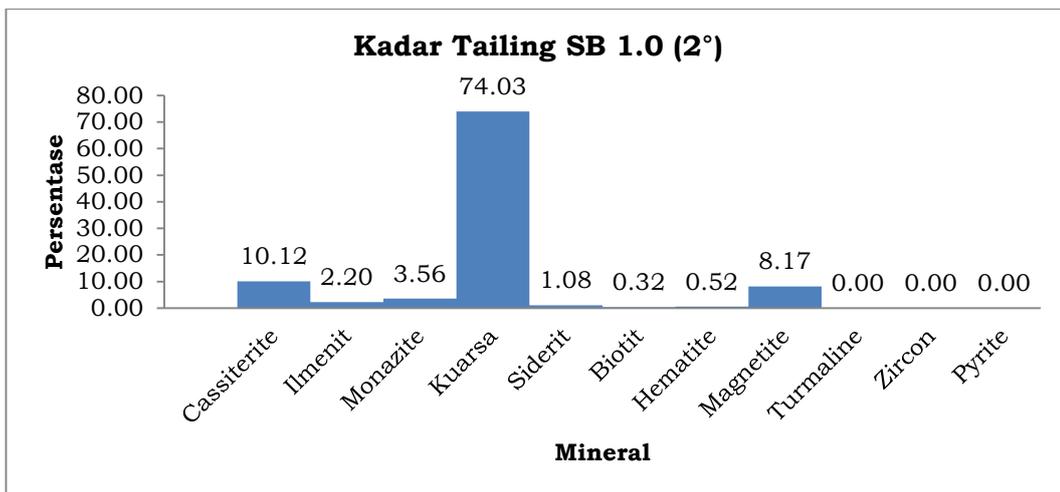
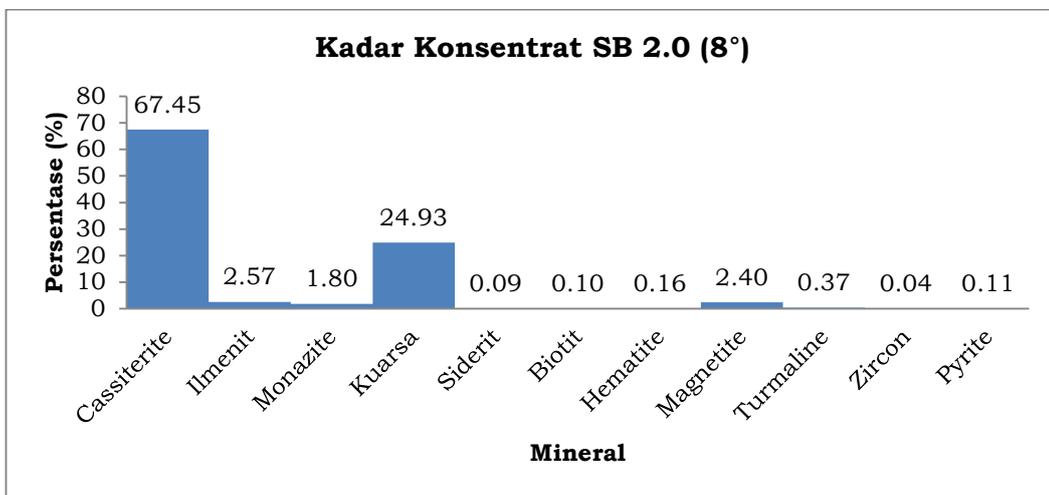
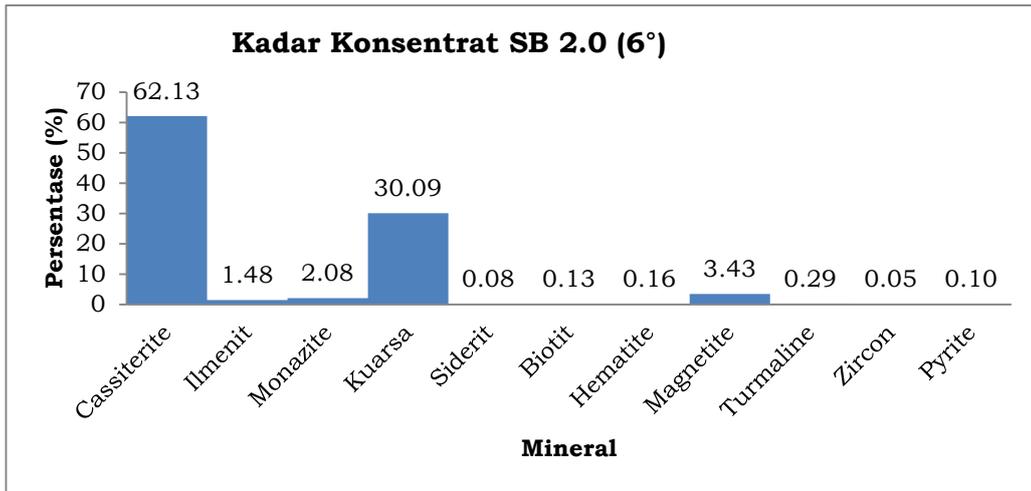
$$KK = 1,37$$

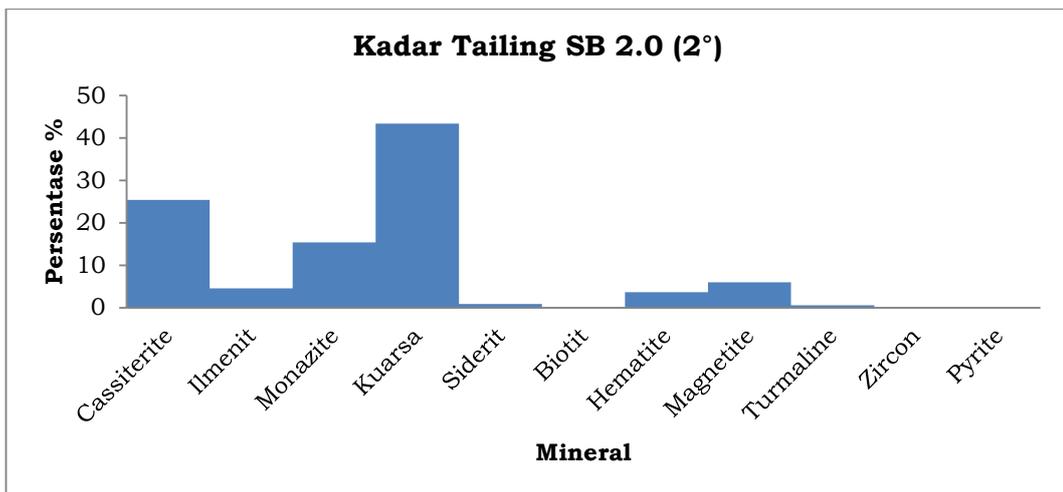
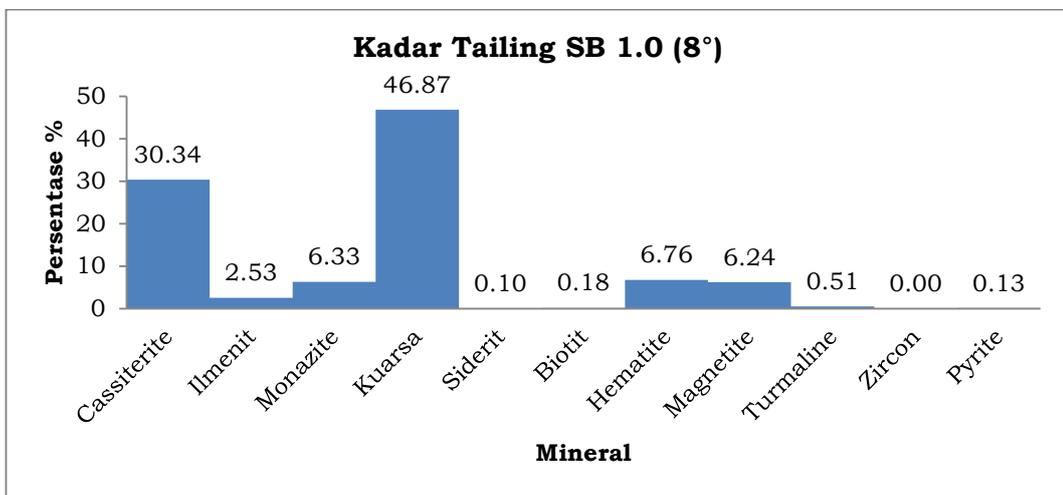
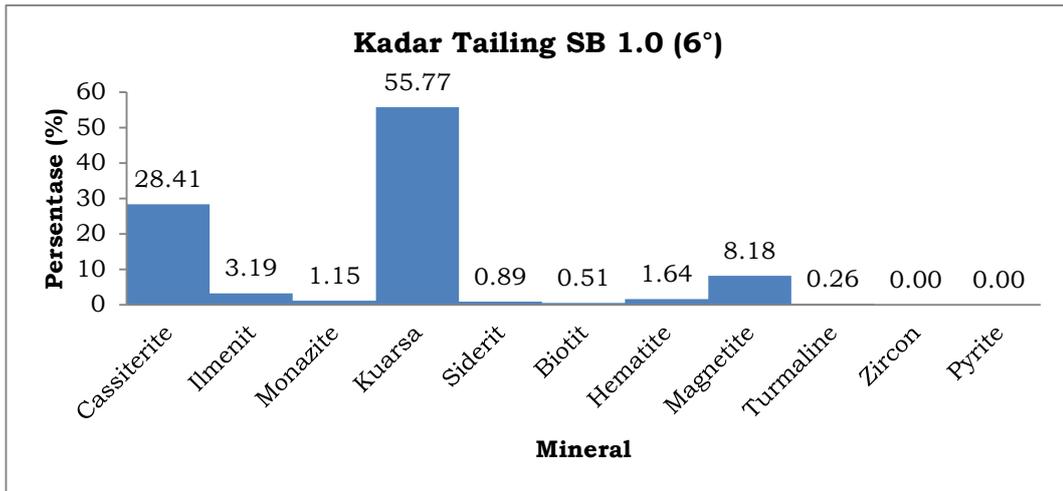
Lampiran 7. Hasil Perhitungan Grain Counting Analysis (GCA)

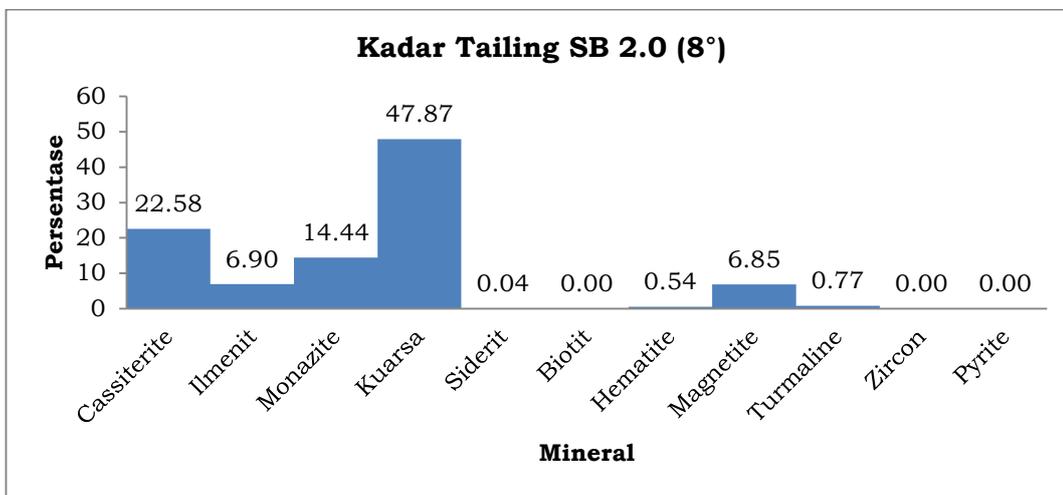
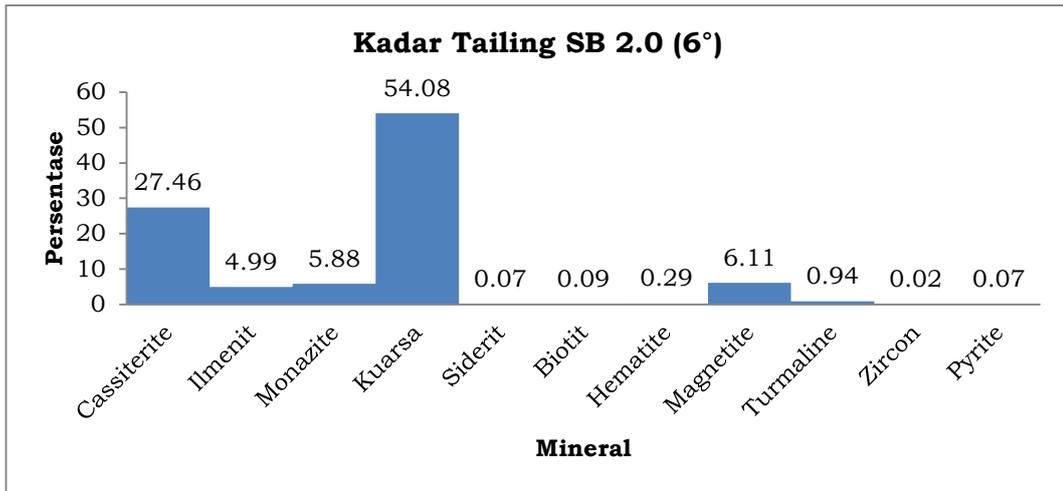
Pada lampiran ini terdapat hasil perolehan kadar pada setiap sampel hasil pencucian yang dianalisis menggunakan metode GCA dimana terlihat kadar dari 11 mineral yang ada di dalam sampel.



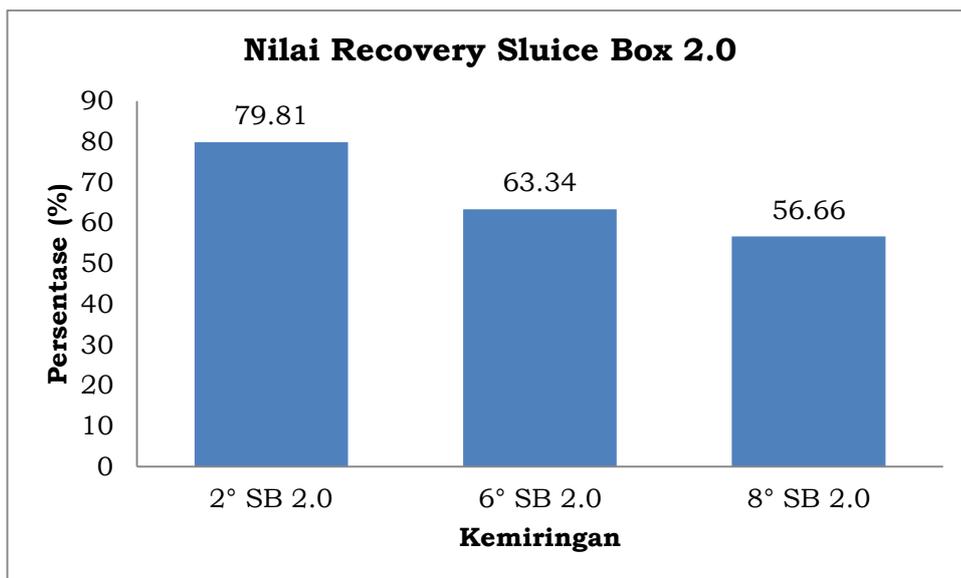
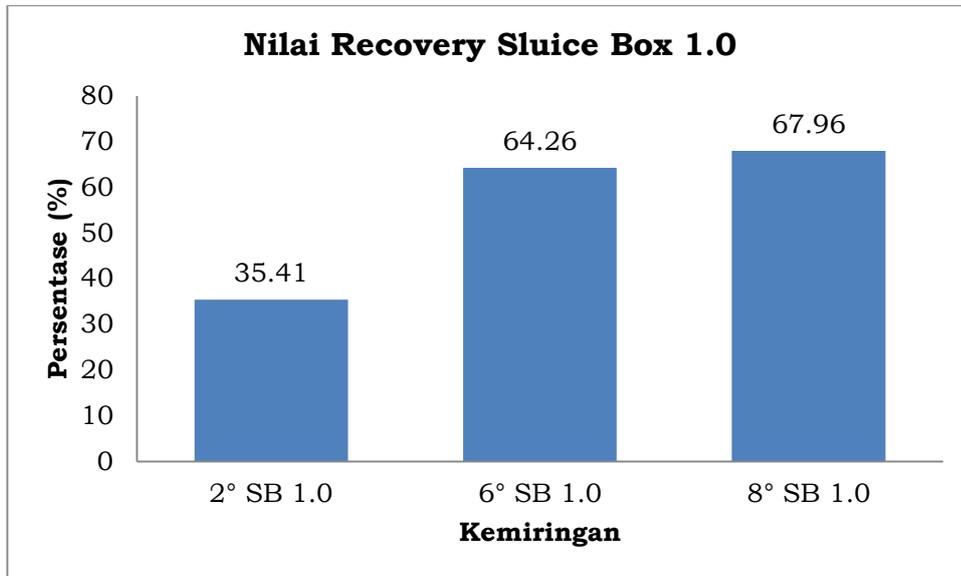






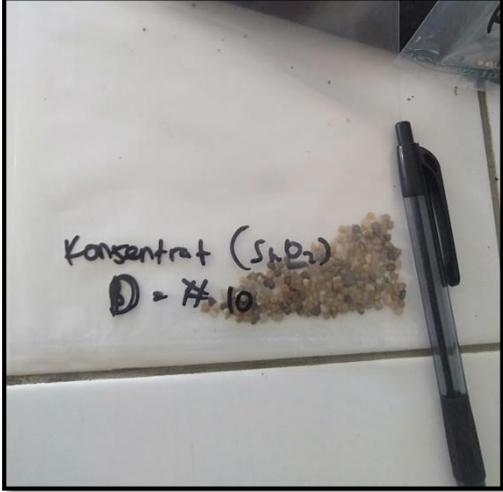


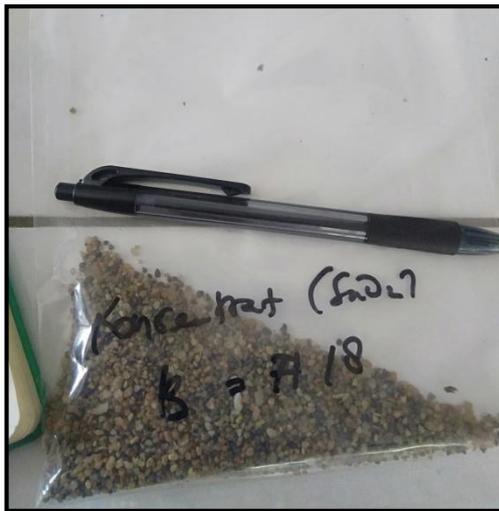
Lampiran 7. Diagram Nilai *Recovery*



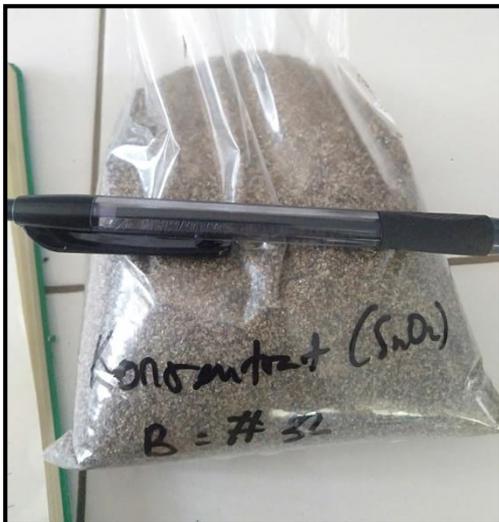
Lampiran 8. Foto sampel hasil ayakan menggunakan shieve shaker berdasarkan fraksi

Sebelum dilakukan proses analisis dengan menggunakan metode GCA, sampel dilakukan proses *screening* terlebih dahulu menggunakan *shieve shaker* hingga terbagi ke dalam beberapa ukuran butir yang dinyatakan sebagai fraksi.

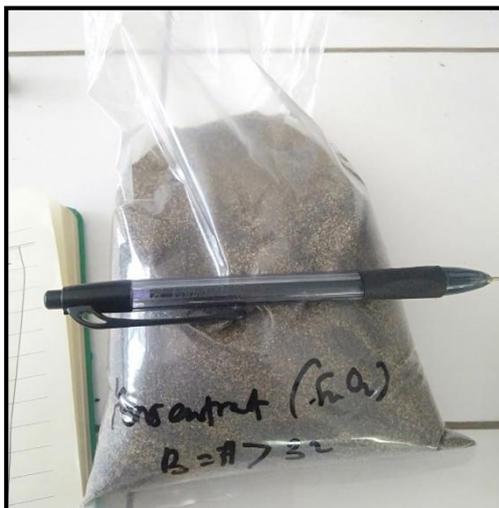
Foto sampel	Keterangan
	<p>Sampel hasil ayakan berukuran fraksi #8 dimana material memiliki ukuran butir lebih dari 2,36 mm</p>
	<p>Sampel hasil ayakan berukuran fraksi #10 dimana material memiliki ukuran butir lebih dari 2,00 mm</p>



Sampel hasil ayakan berukuran fraksi #18 dimana material memiliki ukuran butir lebih dari 1,00 mm



Sampel hasil ayakan berukuran fraksi #32 dimana material memiliki ukuran butir lebih dari 0,5 mm



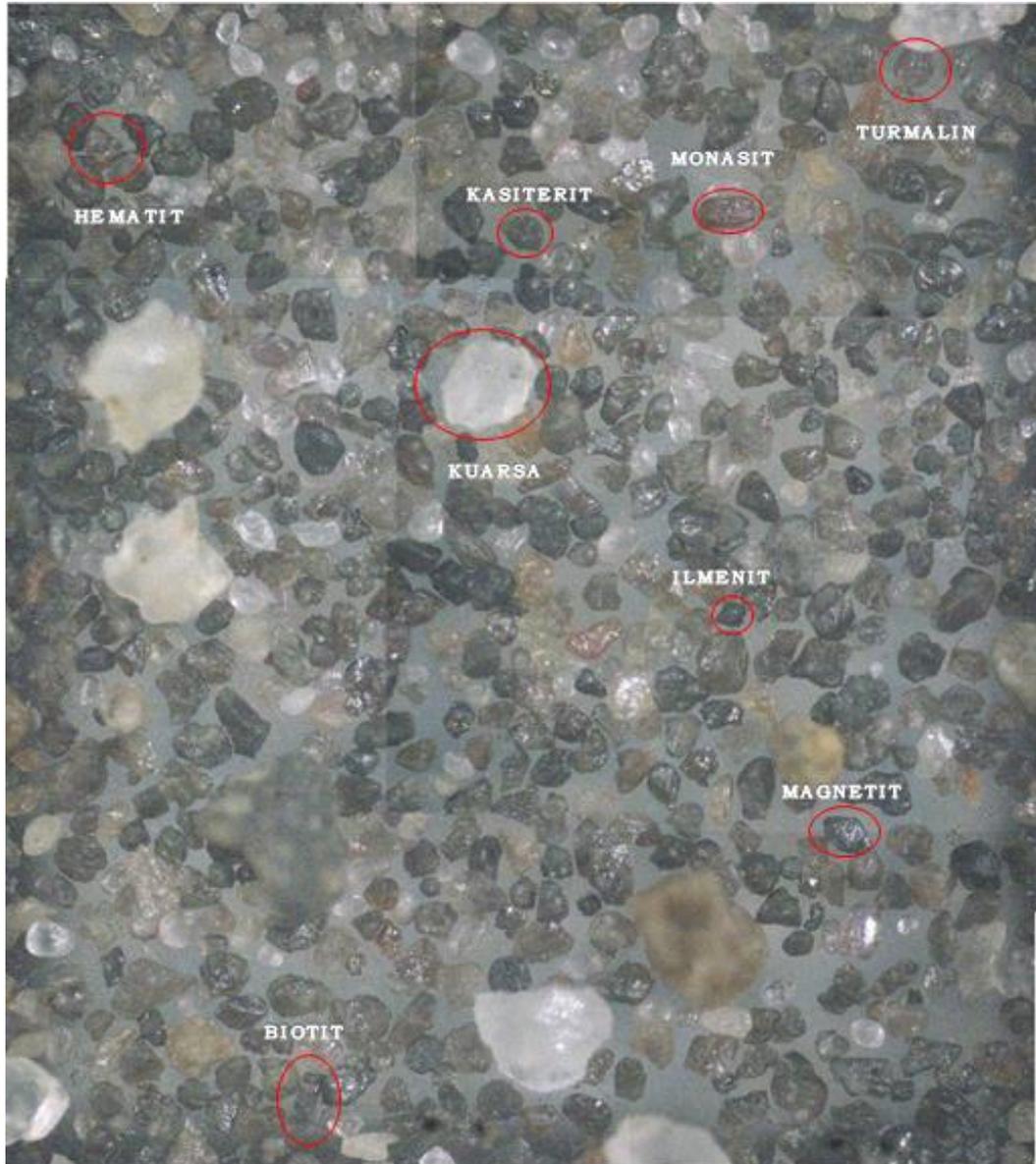
Sampel hasil ayakan berukuran fraksi >#32 dimana material memiliki ukuran butir kurang dari 0,5 mm

Lampiran 9. Ayakan yang digunakan pada penelitian

	<p>Mesh 8, lebar lubang 2,36 mm</p>
	<p>Mesh 10, lebar lubang 2,00 mm</p>
	<p>Mesh 18, lebar lubang 1,00 mm</p>
	<p>Mesh 32, lebar lubang 0,5 mm</p>

Lampiran 10. Identifikasi Mineral dalam sampel

Terdapat 11 jenis mineral yang diidentifikasi dan dihitung dalam sampel penelitian ini. Dimana masing-masing mineral memiliki karakteristik tertentu, adapun deskripsi mineral yang ada dalam sampel akan dijelaskan pada lampiran berikutnya.



Lampiran 11. Deskripsi Mineral pada sampel hasil pencucian

1) Cassiterite (SnO_2)



- Warna : kuning, coklat, kuning kemeraha, coklat kehitaman, coklat tua.
- Berat jenis : $6,9 - 7,0 \text{ g/cm}^3$
- Kekerasan : 6 - 7 (mohs)
- Sistem Kristal : Tetragonal
- Kilap : Adamantine, sub-logam, minyak
- Genesa :

Endapan mineral kasiterit berasosiasi dengan batuan beku asam terutama granit. Terbentuk pada akumulasi pegmatit, endapan kontak metasomatik dan hydrothermal. Memiliki bentuk butiran yang membundar apabila pengendapannya terletak jauh dari batuan induk dan memiliki bentuk butiran yang meruncing jika pengendapannya terletak dekat dengan batuan induk.

2) Ilmenite (FeTiO_3)



- Warna : hitam, hitam keabuan, putih keabuan.
- Berat jenis : 4,5 – 5,0 g/cm³
- Kekerasan : 5 - 6 (mohs)
- Sistem Kristal : Trigonal
- Kilap : logam, sub-logam
- Genesa :

Ilmenit merupakan mineral opak sehingga tidak memiliki refleksi dalam, bentuk dari ilmenit cenderung membulat dan memiliki sudut yang tidak teratur. Sebagian besar ilmenit terbentuk selama pendinginan lambat pada dapur magma dan terkonsentrasi melalui proses segregasi magmatik. Kristal ilmenit mulai terbentuk pada suhu tertentu, dan kristal ilmenit lebih berat daripada cairan disekitarnya sehingga dapat tenggelam ke dasar dapur magma. Batu gabro, norite, atau anorthosite merupakan batuan yang sering membawa ilmenit (*ilmenite bearing*). Ilmenit juga terkadang mengkristal dalam vein serta rongga, dan kadang-kadang dalam bentuk kristal besar di pegmatit.

3) Monazite ((Ce,La) PO₄)



- Warna : kuning. Keabuan atau kecoklatan.
- Berat jenis : 4,6 – 5,3 g/cm³
- Kekerasan : 5 - 5,5 (mohs)
- Sistem Kristal : Monoklin
- Kilap : Resinous, vitreous hingga adamantine
- Genesa :

Monasit merupakan salah satu mineral yang tergolong ke dalam mineral tanah jarang. Umumnya diambil dari konsentrat yang merupakan hasil pengolahan endapan alluvial mineral logam berat lain. Monasit dapat dikumpulkan sebagai konsentrat yang hampir murni dengan menggunakan pemisahan gravitasi, magnetik, elektrostatik. Deposit pasir monasit pada umumnya berasal berkomposisi monasit-(Ce). Biasanya, lantanida seperti dalam monasit berisi sekitar 45-48% serium, 24% lantanum, 17% neodimium, 5% praseodimium, dan sejumlah kecil samarium, gadolinium ittrium dan konsentrasi europium cenderung rendah, sekitar 0,05%.

4) Quartz (SiO_2)



- Warna : bening, bening keputihan
- Berat jenis : 2,6 – 2,65 g/cm³
- Kekerasan : 7 (mohs)
- Sistem Kristal : Hexagonal
- Kilap : Vitreous, transparan
- Genesa :

Kuarsa adalah mineral yang terdistribusi secara luas di permukaan bumi dan merupakan mineral paling melimpah ke-2 di kerak bumi setelah feldspar, karena mineral ini hampir selalu ada pada semua jenis batuan. Mineral ini dapat terbentuk pada semua suhu pembentukan mineral. Kuarsa banyak ditemukan di batuan metamorf, batuan beku, dan batuan sedimen. Mineral ini merupakan mineral utama dalam batuan felsik yang kaya silika seperti granit, granodiorit, dan riolit. Kuarsa dapat hadir dimana-mana, berlimbah dan resisten. Kuarsa cenderung banyak terkonsentrasi di batupasir dan batuan detrital lainnya. Pada batuan sedimen, kuarsa sekunder sering berfungsi sebagai semen yang mengikat butiran detrital. Kuarsa dalam varietasnya sebagai silika mikrokristalin dikenal sebagai batu rijang, agate, dan jasper terdiri dari jaringan kuarsa yang halus.

5) Biotite ($(K,Mg,Fe)_3(AlSi_3O_{10}(F,OH)_2)$)



- Warna : Cokelat gelap, cokelat kehijauan, cokelat kehitaman, hitam
- Berat jenis : 2,7 – 3,4 g/cm³
- Kekerasan : 2,5 - 3 (mohs)
- Sistem Kristal : Monoklin
- Kilap : Vitreous
- Genesa :

Biotit termasuk ke dalam kelompok besar mineral mika hitam yang biasa ditemukan pada jenis batuan metamorf dan batuan beku. Biotit adalah mineral utama yang ditemukan dalam berbagai batuan beku seperti batuan diorit, granit, gabro, peridotit dan pegmatite. Biotit juga dapat terbentuk pada kondisi metamorfik ketika batu lempung terkena panas dan tekanan hingga membentuk sekis dan gneiss. Meskipun biotit sangat tidak tahan terhadap pelapukan dan dapat berubah menjadi mineral lempung, tetapi kadang-kadang biotit masih dapat ditemukan dalam material sedimen dan batu pasir.

6) Zircon ($ZrSiO_4$)



- Warna : Putih bening hingga kuning, kehijauan.
- Berat jenis : 4,2 – 4,7 g/cm³
- Kekerasan : 7,5 (mohs)
- Sistem Kristal : Tetragonal
- Kilap : Seperti intan
- Genesa :

Kristal mineral ini terkadang memiliki pendaran atau sebaliknya memiliki warna lebih gelap dikarenakan kemungkinan terkandung unsur radioaktif yang memengaruhinya, sesuai dengan tingkat kemurnian elemen-elemen tanah di dalamnya. zirkon terbentuk dari lava cair saat aktivitas magmatik berlangsung (produk awal dari proses kristalisasi), pada proses metamorphosis batuan, dan juga pada terbentuk melalui proses sedimentasi (dalam bentuk butiran detrital). Kristal zirkon yang berukuran besar sangat jarang ditemukan. Ukuran kristal mineral ini yang selama ini ditemukan umumnya hanya seukuran 0,1 – 0,3 mm, namun dalam proses pembentukannya di alam, zirkon masih dapat bertambah panjang hingga beberapa centimeter, khususnya yang jenis pegmatit.

Beberapa jenis zirkon yang ditemukan mengalami metamictization sehingga mengandung unsur uranium dan torium. Berhubungan dengan dampak radiasi internal ini, proses ini secara bertahap merusak struktur Kristal dan bertahap pula mulai menghasilkan varietas zirkon yang berbeda. Perubahan yang terjadi meliputi berat jenis batuan yang bertambah, perombakan pada struktur, serta perubahan warna.

7) Hematite (Fe_2O_3)



- Warna : hitam besi, abu-abu besi, merah menyala.
- Berat jenis : 5 – 5,2 g/cm³
- Kekerasan : 5,5 – 6,5 (mohs)
- Sistem Kristal : Trigonal
- Kilap : Logam, sub-logam, tanah.
- Genesa :

Hematit banyak ditemukan sebagai mineral primer dan sebagai produk alterasi dalam batuan beku, metamorf, dan batuan sedimen. Mineral ini dapat mengkristal selama proses diferensiasi magma atau presipitasi dari cairan hidrotermal yang bergerak melalui massa batuan. Hematit juga dapat terbentuk selama proses metamorfosis kontak ketika magma panas bereaksi dengan batuan yang ada disampingnya. Deposit hematit yang paling penting terbentuk dalam lingkungan sedimen. Sekitar 2,4 miliar tahun yang lalu, lautan kita banyak mengandung zat besi terlarut, tetapi sangat sedikit mengandung oksigen bebas.

Kemudian sekelompok cyanobacteria mampu melakukan fotosintesis. Bakteri tersebut menggunakan sinar matahari sebagai sumber energi untuk mengubah karbon dioksida dan air menjadi karbohidrat, oksigen, dan air. Reaksi ini menghasilkan oksigen bebas pertama di lingkungan laut. Selanjutnya, oksigen bebas tersebut segera berikatan dengan besi dan membentuk hematit yang tenggelam ke dasar laut dan pada akhirnya menjadi unit batuan yang kita kenal sekarang sebagai "*banded iron formations*". Proses deposisi berlangsung selama ratusan juta tahun, mulai dari sekitar 2,4 sampai 1,8 juta tahun yang lalu. Hal ini memungkinkan pembentukan deposit besi yang tebalnya mencapai ratusan hingga ribuan kaki dengan pelamparan lateralnya mencapai ratusan hingga ribuan mil persegi.

8) Magnetite (Fe_3O_4)



- Warna : hitam, abu-abu.
- Berat jenis : 5,17 – 5,18 g/cm^3
- Kekerasan : 5,5 – 6,5 (mohs)
- Sistem Kristal : Isometrik
- Kilap : Logam
- Genesa :

Magnetit merupakan mineral yang tergolong ke dalam mineral oksida. Pembentukan mineral ini berasal dari ubahan mineral besi, dan mineral magnetit banyak ditemukan dalam batuan beku, metamorf, dan batuan sedimen. Magnetit merupakan mineral yang paling sering ditambang. Magnetit terbentuk dari hasil sublimasi dalam hubungannya dengan gunung api. Terjadi juga dalam endapan metamorfosa kontak dan sebagai mineral tambahan dan terbentuk pada suhu yang tinggi sekitar $800^\circ\text{--}900^\circ\text{ C}$, maka mineral ini memiliki bentuk yang sempurna. Ditemukan pada batuan beku granit dan batu pasir merah sebagai sedimen. Berasosiasi dengan zircon, hematit dan pirit. Kristal kecil dari magnetit sering hadir dalam banyak batuan. Dalam proses kristalisasi pada batuan beku, bentuk magnetit berupa kristal kecil akan mencair, dan karena mereka bersifat magnetik sehingga mereka akan menyesuaikan diri dengan arah dan polaritas medan magnet bumi. Mineral magnetit akan mempertahankan orientasi medan magnet bumi dalam batuan pada saat proses kristalisasi terjadi.

9) Siderite (FeCO_3)



- Warna : coklat terang, coklat, kuning, kuning-cokelat, hijau, coklat kehijauan, abu-abu.
- Berat jenis : $3,7 - 3,9 \text{ g/cm}^3$
- Kekerasan : $3,5 - 4,5$ (mohs)
- Sistem Kristal : Trigonal
- Kilap : Mutiara
- Genesa :

Siderite umumnya ditemukan di urat hidrotermal dan sering berasosiasi dengan bijih-bijih metal yang mengandung mineral-mineral perak seperti pirit, khalkopirit, tetrahedrite, dan galena. Pembentukan siderite terjadi pada lingkungan sedimen dan terdapat sebagai lapisan-lapisan yang sering berasosiasi dengan lapisan lempung, serpih, atau batubara. Mineral siderite banyak terdapat di daerah pegunungan, di Indonesia mineral siderite berkemungkinan terdapat di daerah gunung tegak (Lampung) dan pegunungan verbeek (Sulawesi tengah).

10) Pyrite (FeS₂)

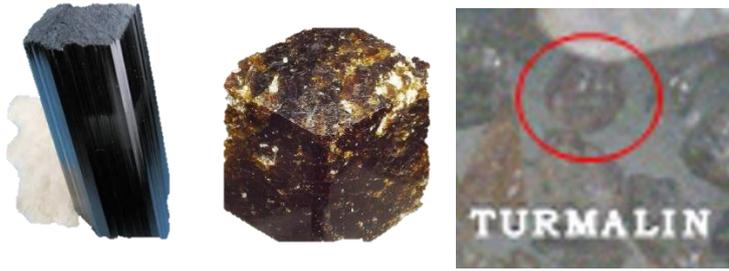


- Warna : pale brass-kuning, kuning keemasan, kuning kecoklatan
- Berat jenis : 5,0 – 5,2 g/cm³
- Kekerasan : 6.0 – 6,5 (mohs)
- Sistem Kristal : Isometrik
- Kilap : Logam
- Genesa :

Pembentukan mineral pirit berasal dari proses hidrotermal pada SEDEX (sedimentary exhalative) adalah suatu jenis endapan sulfida masif yang berasosiasi dengan batuan sedimen. Sulfida masif terbentuk dari hasil presipitasi larutan hidrotermal yang dialirkan ke dasar laut melalui suatu saluran ("vent"). Saluran ini berupa zona yang memotong bagian bawah perlapisan batuan sedimen ("footwall") dan memasuki horizon sulfida massif di atasnya. Selain itu *pyrite* juga terbentuk pada endapan *volcanogenic massif sulfide* (VMS), Pada umumnya VMS membentuk zonasi logam disekitar endapannya, yang dihasilkan dari adanya perubahan lingkungan secara fisika dan kimia dari larutan hidrotermal yang bersirkulasi. Secara ideal, akan terbentuk *pyrite* yang masif, dan kalkopirit disekitar sistem rongga vent dari gabungan antara *chalcopyrite-sphalerite-pyrite* bergradasi menjadi fasies *sphalerite-galena* dan *galena-manganese* dan akhirnya fasies *chert-manganese-hematite*.

Pirit dapat terbentuk pada vms baik pada *low sulfidation* maupun *high sulfidation*. Pirit biasa berasosiasi dengan mineral lain seperti *Sphalerite*, *chalcopyrite*, *malachite*, *galena*, *tetrahedrite*, *quartz*, *latecovellite* dan *arsenophyrite*. *Pyrite* digunakan untuk produksi sulfur dioksida, industri kertas, sebagai cermin, digunakan sebagai batu hias, kolektor, perhiasan seperti cincin, kalung, dan gelang.

11) Tourmaline ($\text{HgAl}_3(\text{BOH})_2\text{S}_{14}\text{O}_{19}$)



- Warna : hijau kehitaman, hitam, merah, pink, biru
- Berat jenis : 2,9 – 3,1 g/cm³
- Kekerasan : 7 (mohs)
- Sistem Kristal : Trigonal
- Kilap : Kaca
- Genesa :

Turmalin merupakan mineral boron silikat yang memiliki kandungan kimia seperti aluminium, besi, magnesium, sodium, lithium, atau kalium. Turmalin terbentuk melalui kristalisasi magma yang membentuk batuan beku, khususnya granit dan granit pegmatite, selain itu juga terdapat dalam batuan metamorf. Turmalin yang kaya lithium biasanya ditemukan pada granit dan granit pegmatite. Turmalin yang kaya magnesium umumnya terbatas pada sekis dan marmer. Turmalin merupakan mineral tahan lama yang dapat ditemukan dalam jumlah kecil seperti bijih di batupasir dan konglomerat dan merupakan indeks dari ZTR.

Lampiran 12. Foto Sample Analysis GCA (Grain Counting Analysis)

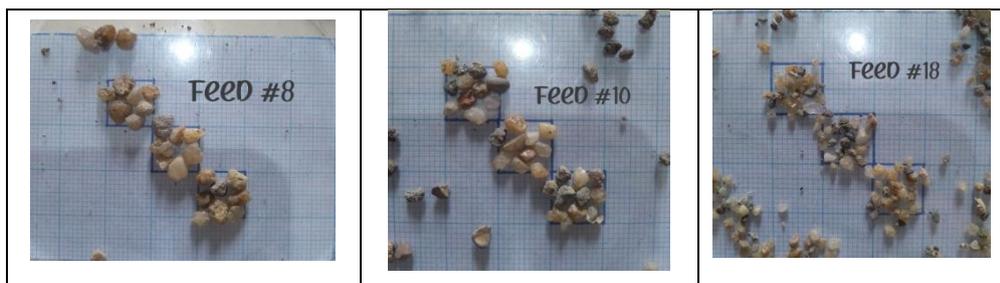
Pada saat melakukan analisis sampel dengan metode GCA, dilakukan perhitungan ukuran butir dengan melihat hasil potret dari mikroskop kamera. Dimana mikroskop yang dipakai berjenis mikroskop trinokuler dengan perbesaran lensa kamera sebagai lensa okuler sebanyak 10x dan lensa objektif pada mikroskop sebanyak 4x sehingga perbesaran total adalah sebanyak 40x.

Adapun perhitungan sampel dengan metode GCA dilakukan di dalam kotak dengan ukuran tertentu dan sampel disebar secara merata hingga memenuhi kotak tersebut dimana masing-masing kotak memiliki ukuran:

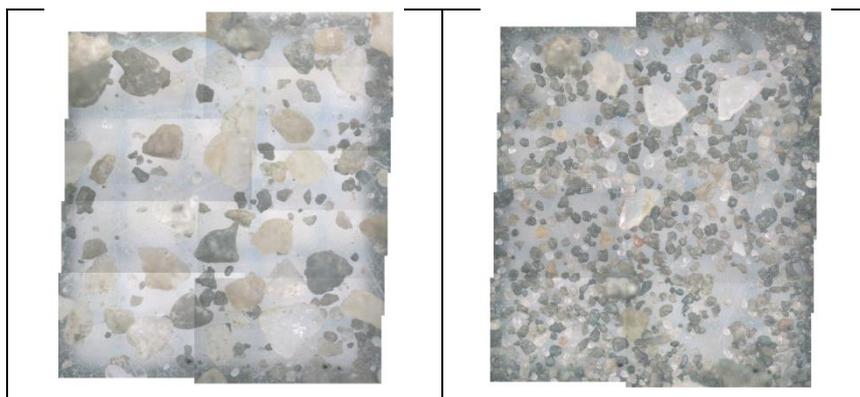
- a. 1x1 cm sebanyak 3 kotak untuk sampel dengan ukuran fraksi #8, #10, #18
- b. 0,5 x 0,5 cm sebanyak 5 kotak untuk sampel dengan ukuran fraksi #32 dan >#32

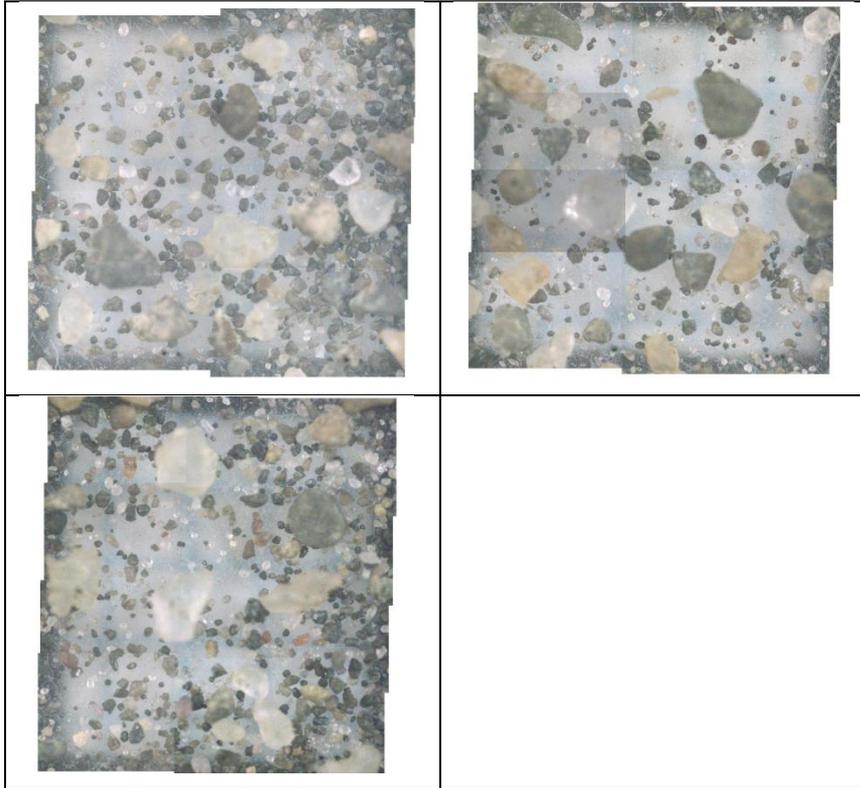
1) Feed

- Fraksi #8, #10, #18



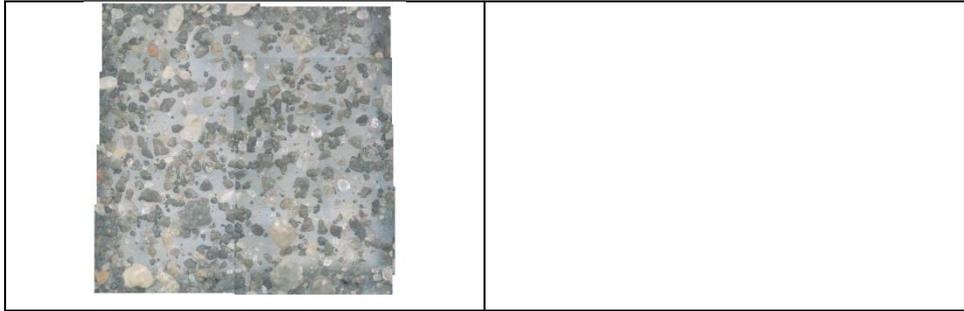
- Fraksi #32 (Perbesaran 40x menggunakan mikroskop)





- Fraksi >#32 (Perbesaran 40x menggunakan mikroskop)



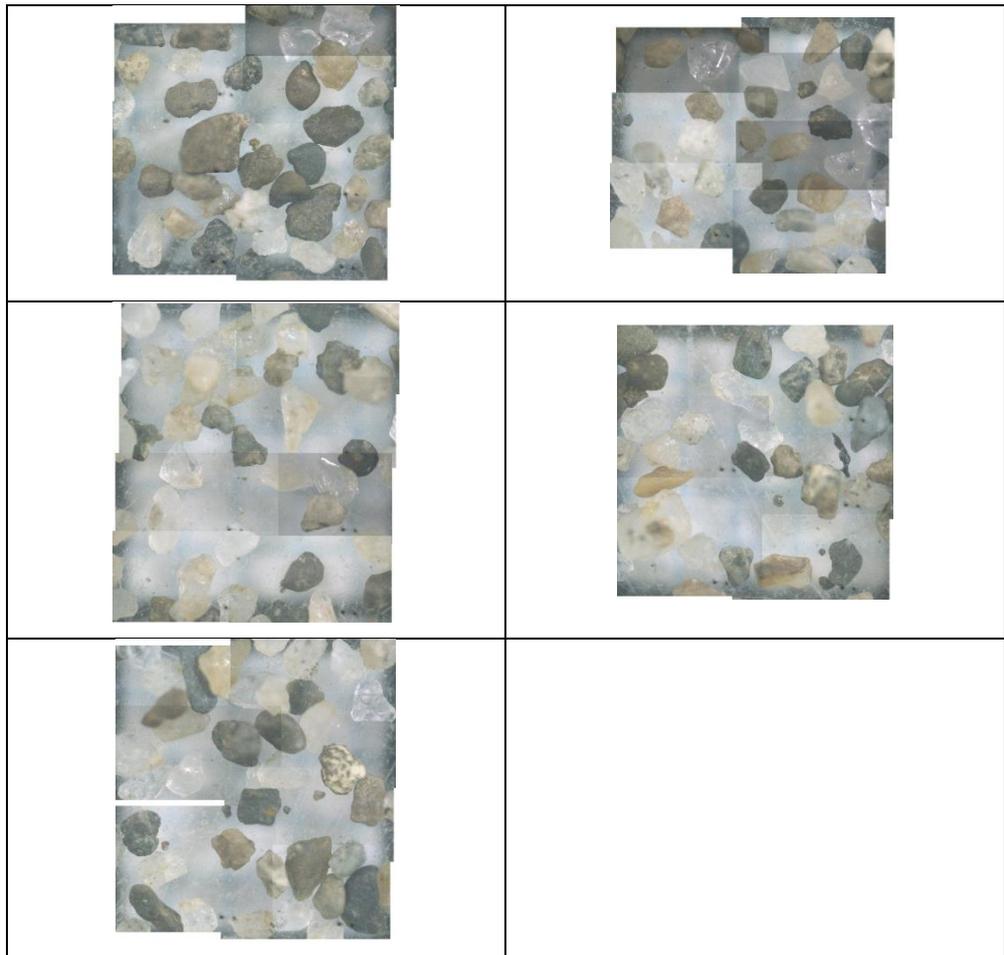


2) Konsentrat 1 (*Sluice box 1.0 (2°)*)

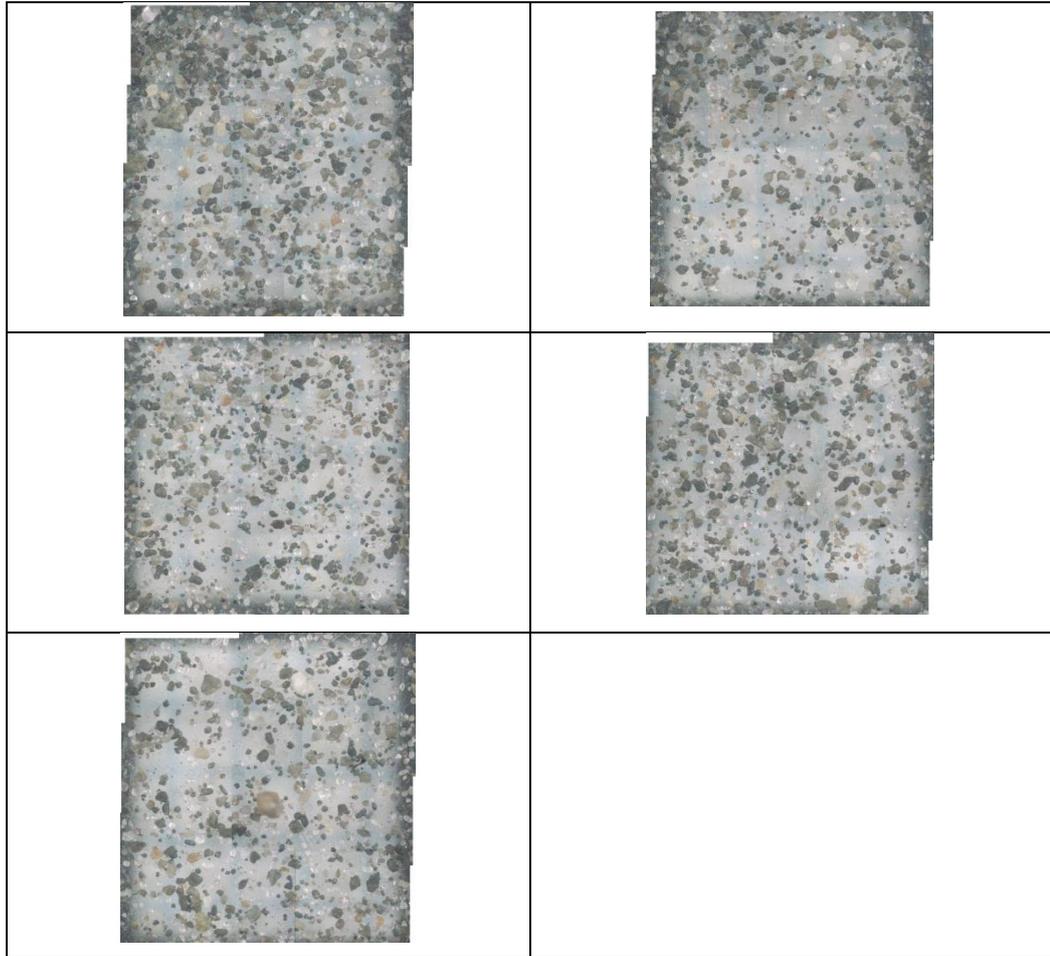
- Fraksi #8, #10, #18



- Fraksi #32 (Perbesaran 40x menggunakan mikroskop)



- Fraksi >#32 (Perbesaran 40x menggunakan mikroskop)

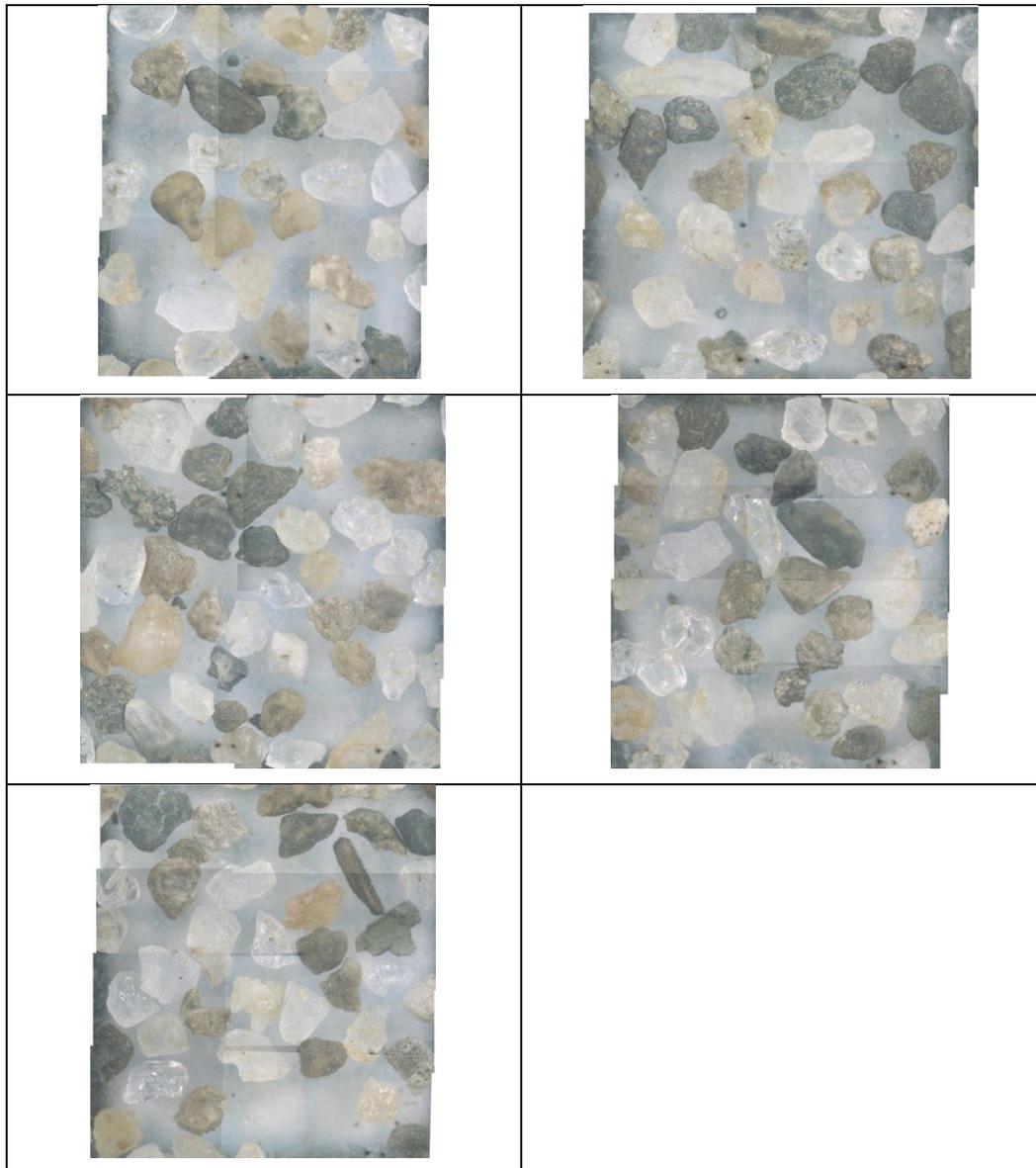


3) Konsentrat 2 (*Sluice box* 1.0 (6°))

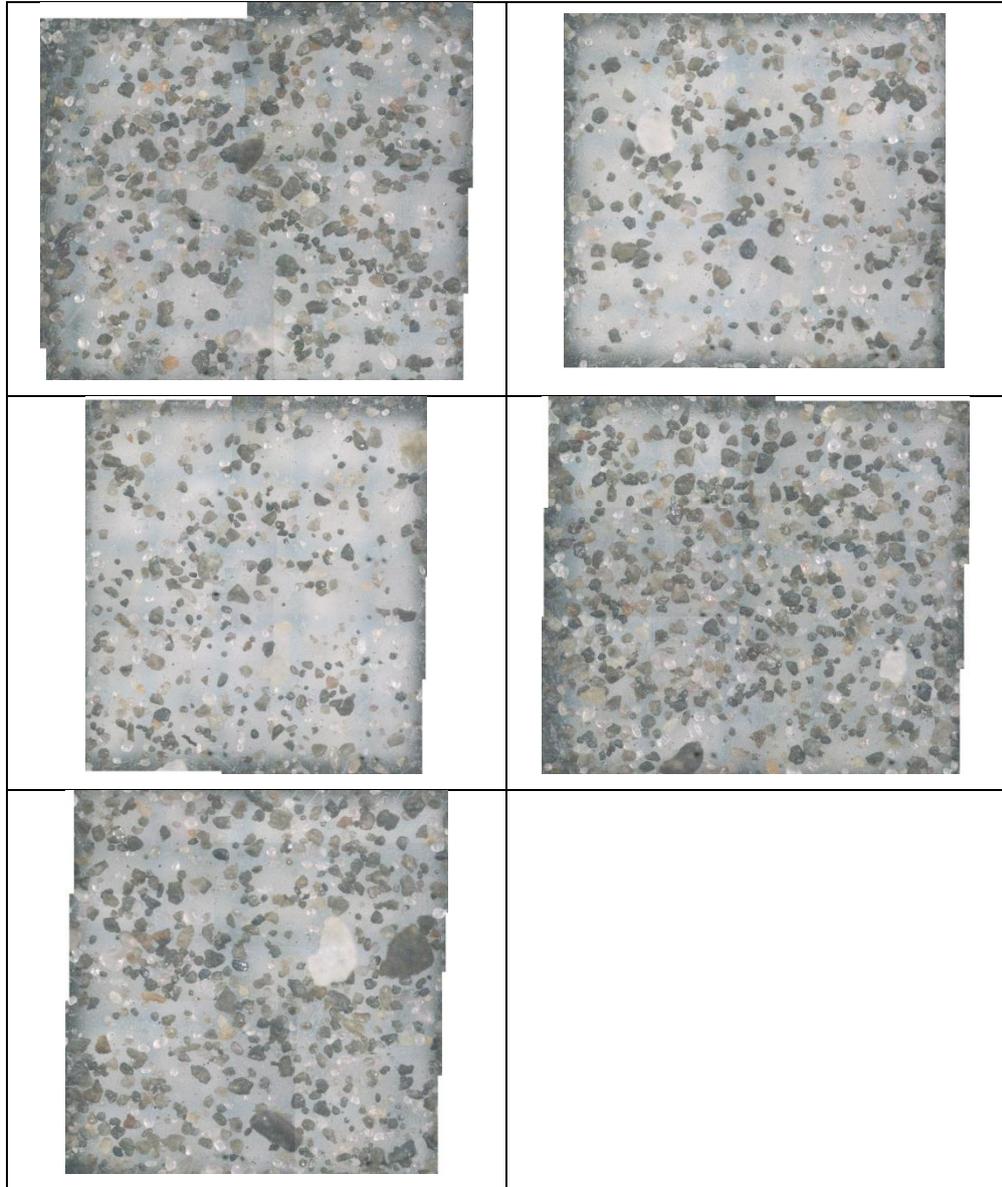
- Fraksi #8, #10, #18



- Fraksi #32 (Perbesaran 40x menggunakan mikroskop)



- Fraksi >#32 (Perbesaran 40x menggunakan mikroskop)

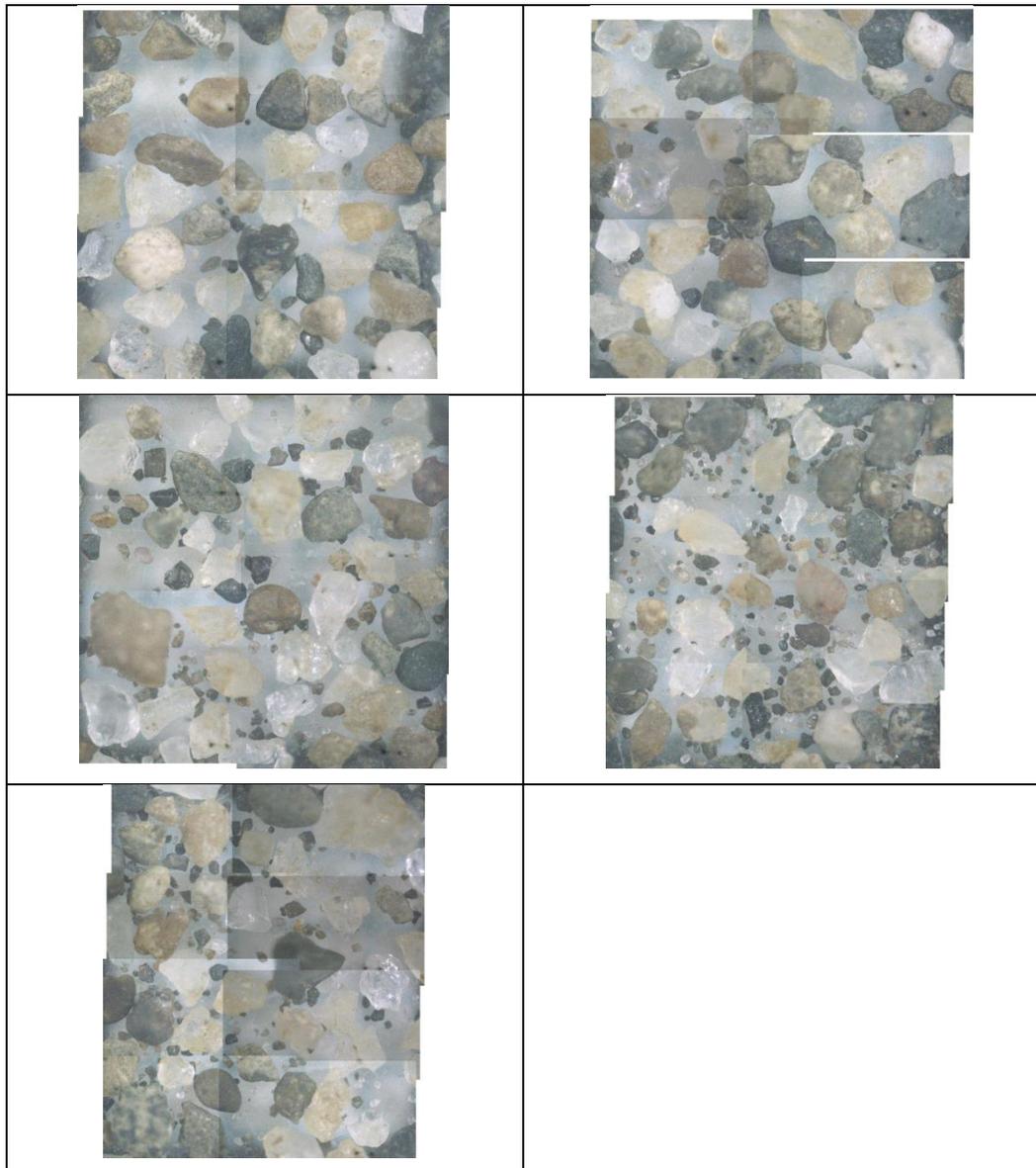


4) Konsentrat 3 (*Sluice box 1.0 (8°)*)

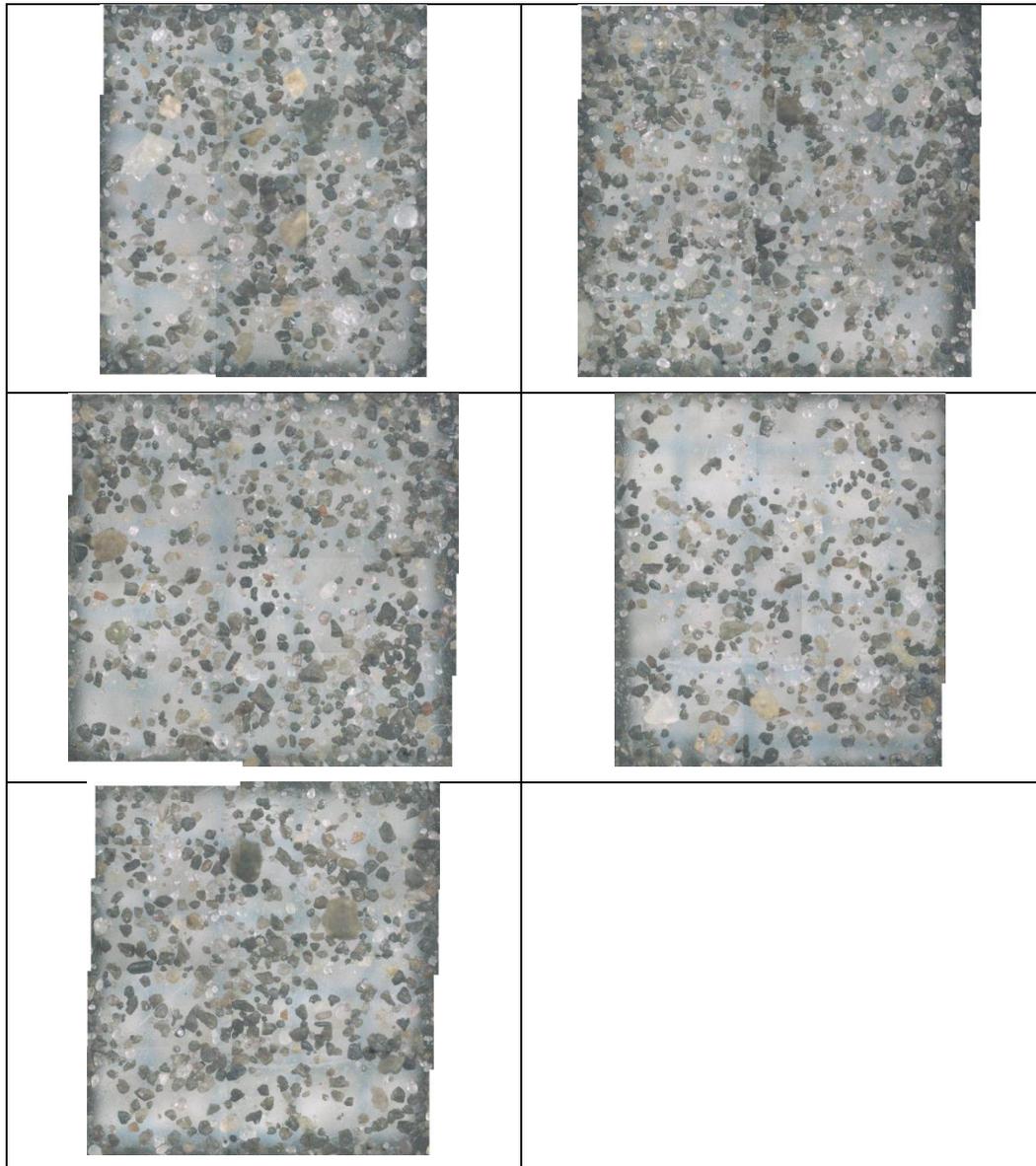
- Fraksi #8, #10, #18



- Fraksi #32 (Perbesaran 40x menggunakan mikroskop)



- Fraksi >#32 (Perbesaran 40x menggunakan mikroskop)

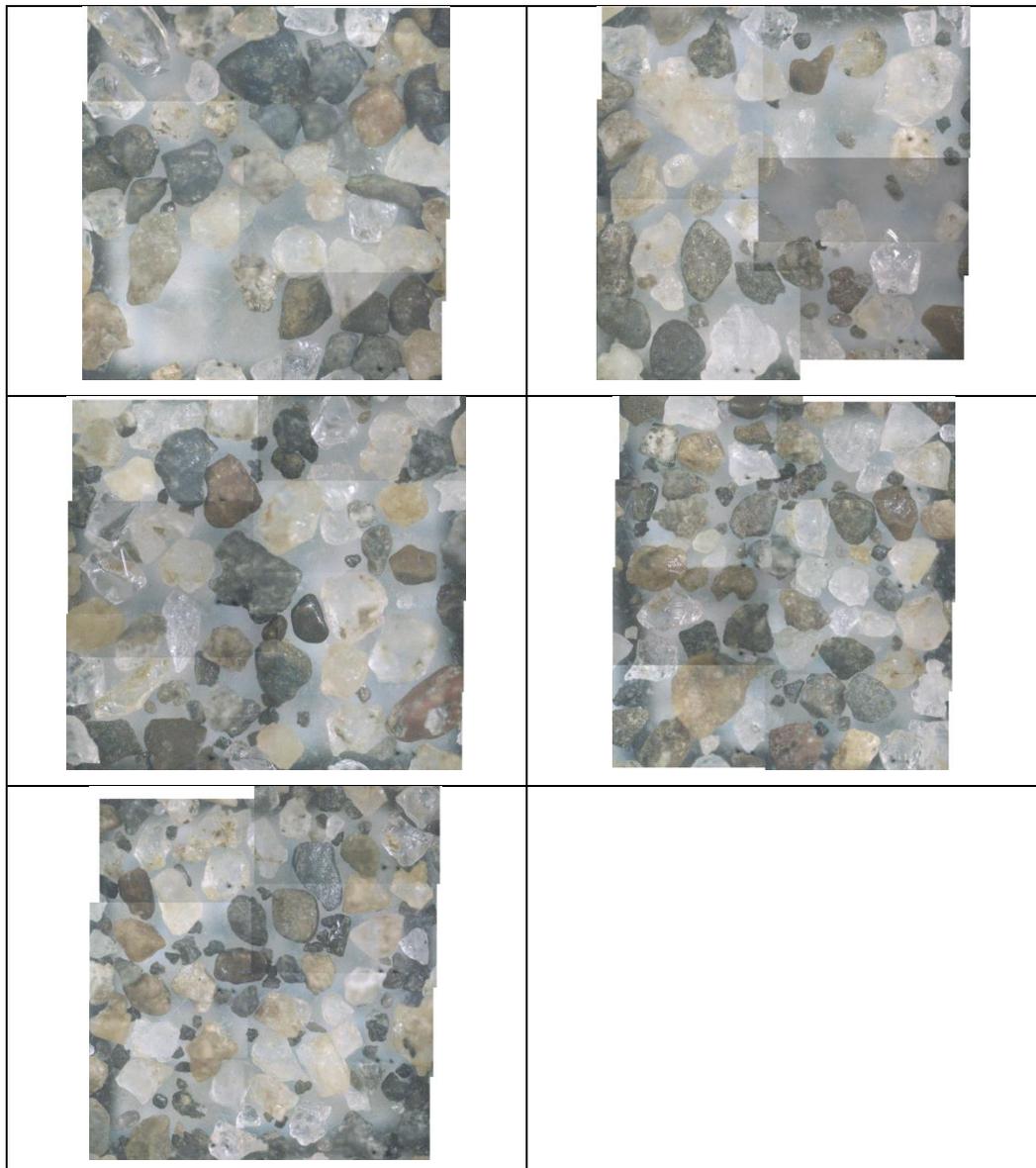


5) Konsentrat 4 (*Sluice box 2.0 (2°)*)

- Fraksi #8, #10, #18



- Fraksi #32 (Perbesaran 40x menggunakan mikroskop)

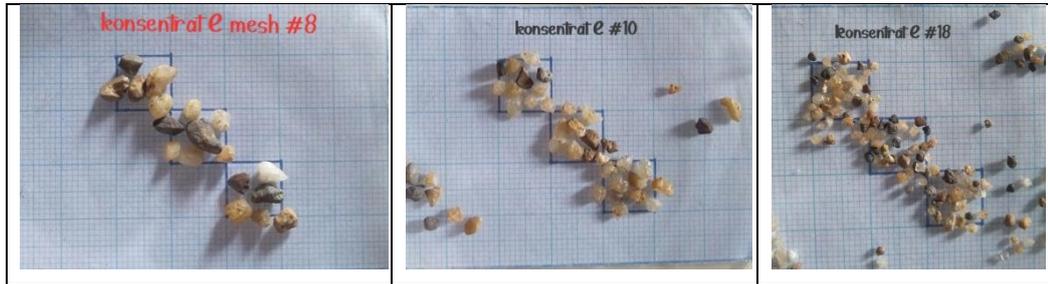


- Fraksi >#32 (Perbesaran 40x menggunakan mikroskop)

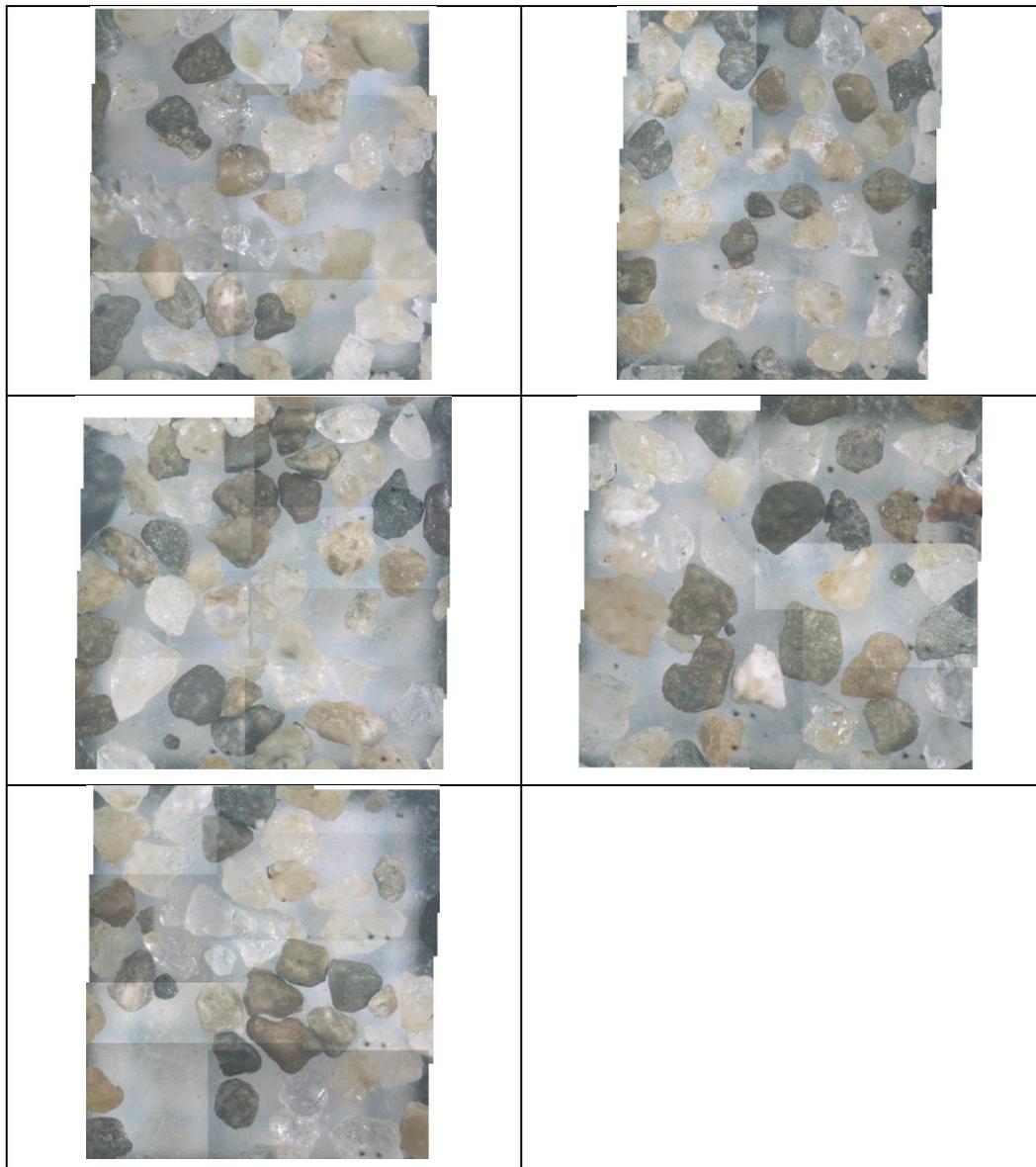


6) Konsentrat 5 (*Sluice box 2.0 (6°)*)

- Fraksi #8, #10, #18



- Fraksi #32 (Perbesaran 40x menggunakan mikroskop)



- Fraksi >#32 (Perbesaran 40x menggunakan mikroskop)

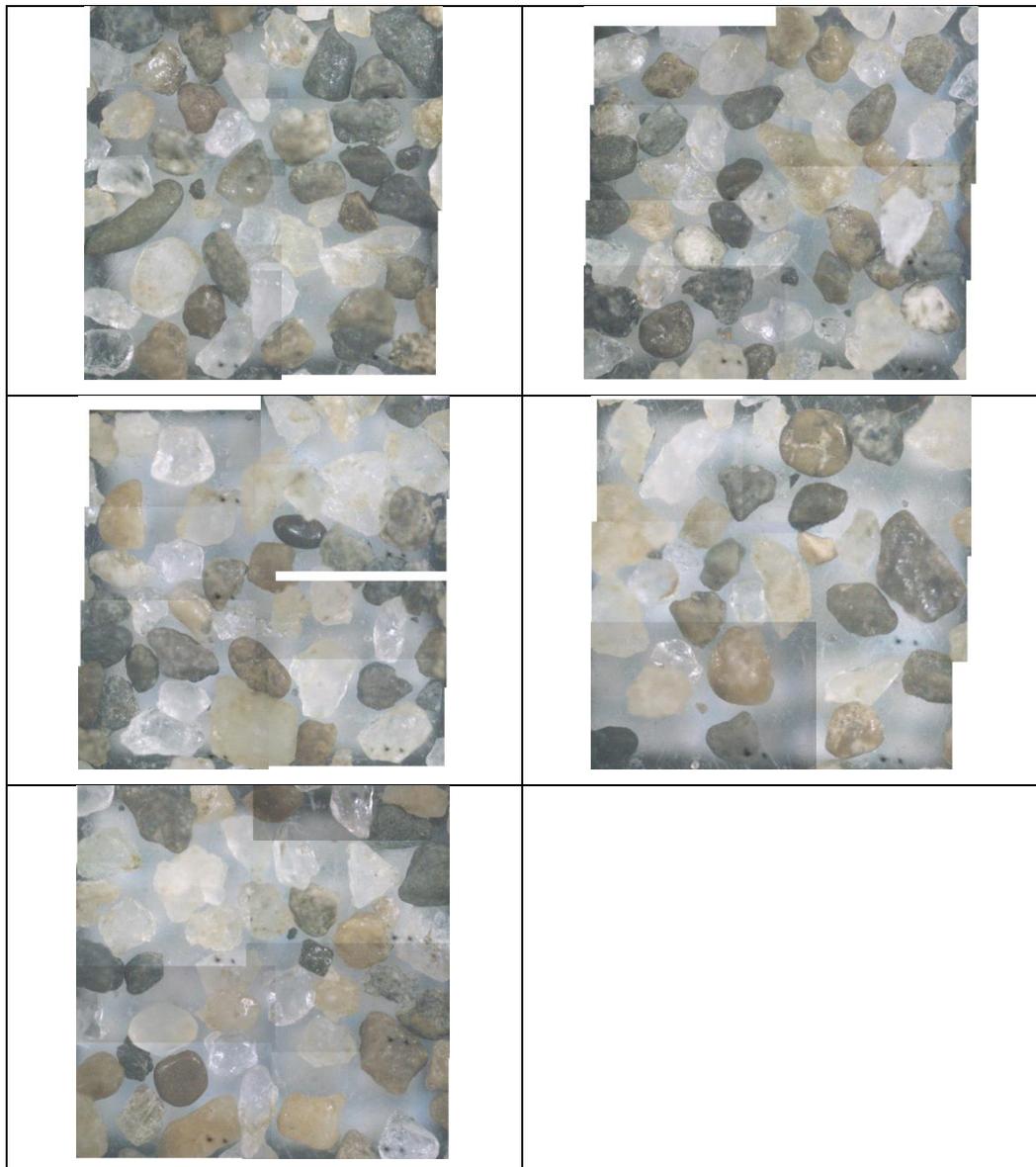


7) Konsentrat 6 (*Sluice box 2.0 (8°)*)

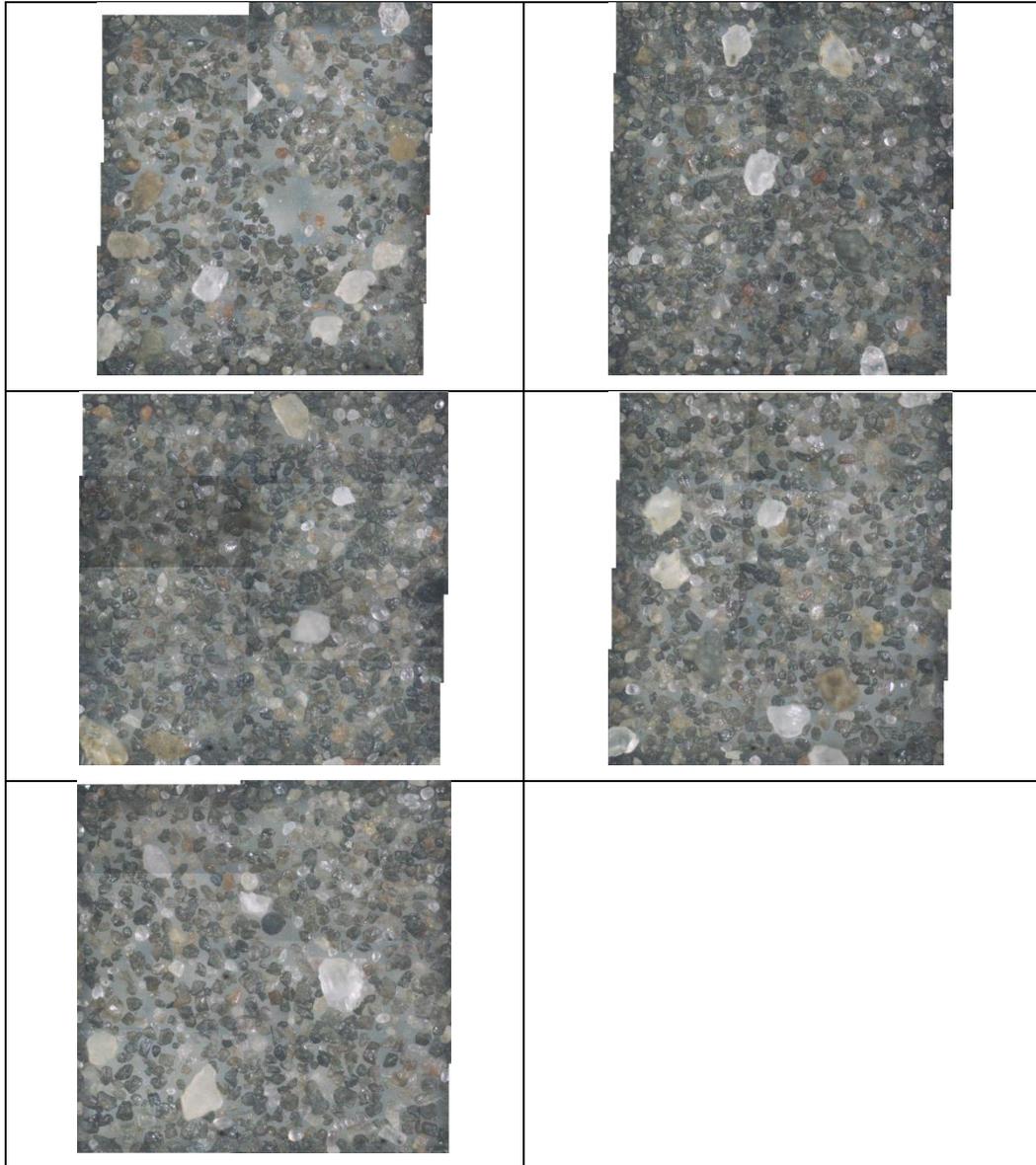
- Fraksi #8, #10, #18



- Fraksi #32 (Perbesaran 40x menggunakan mikroskop)

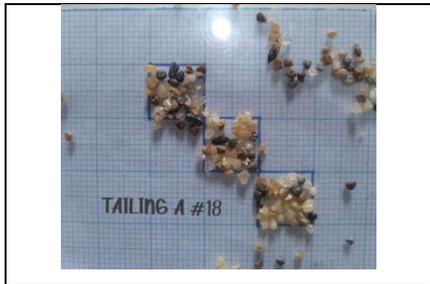


- Fraksi >#32 (Perbesaran 40x menggunakan mikroskop)

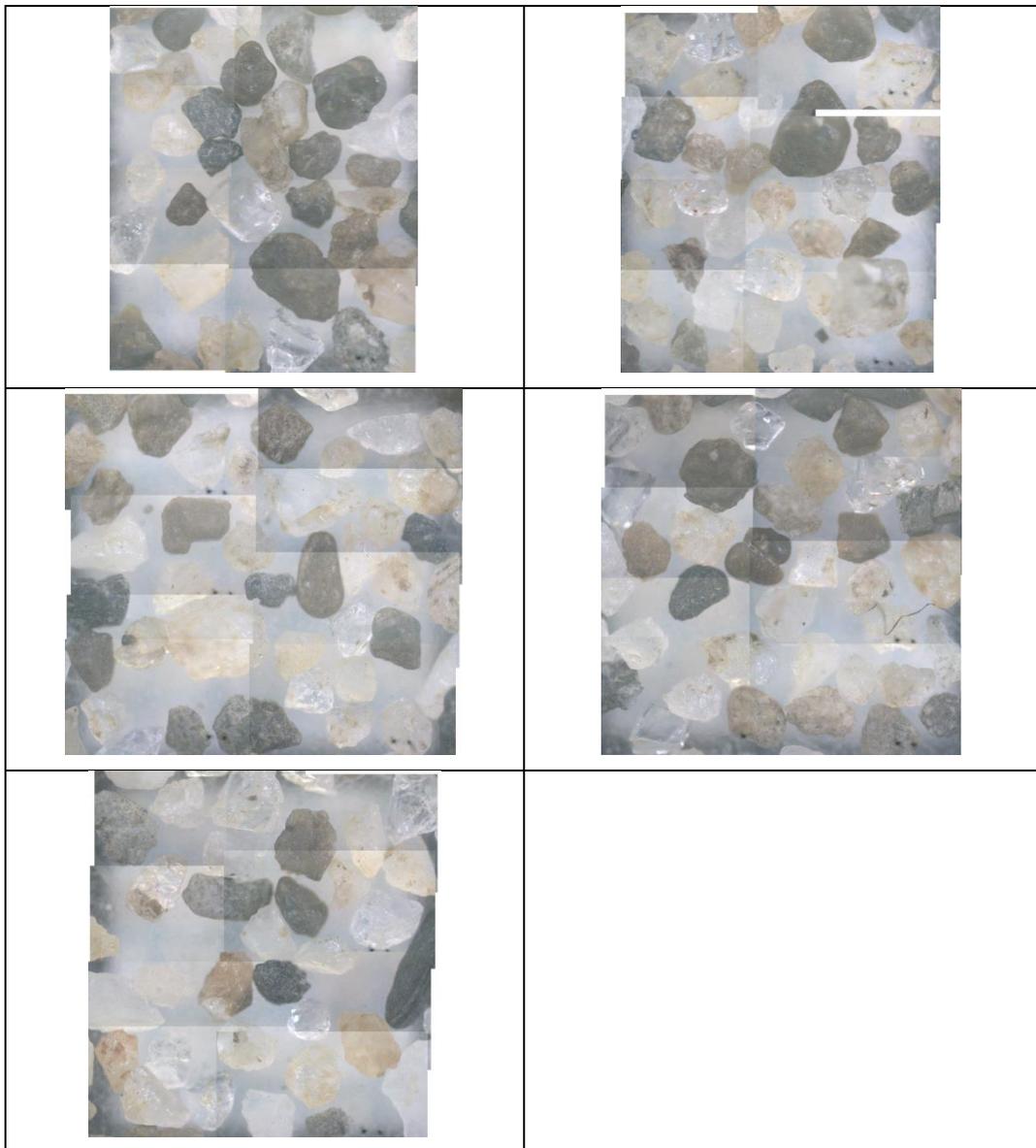


8) Tailing 1 (*Sluice box 1.0 (2°)*)

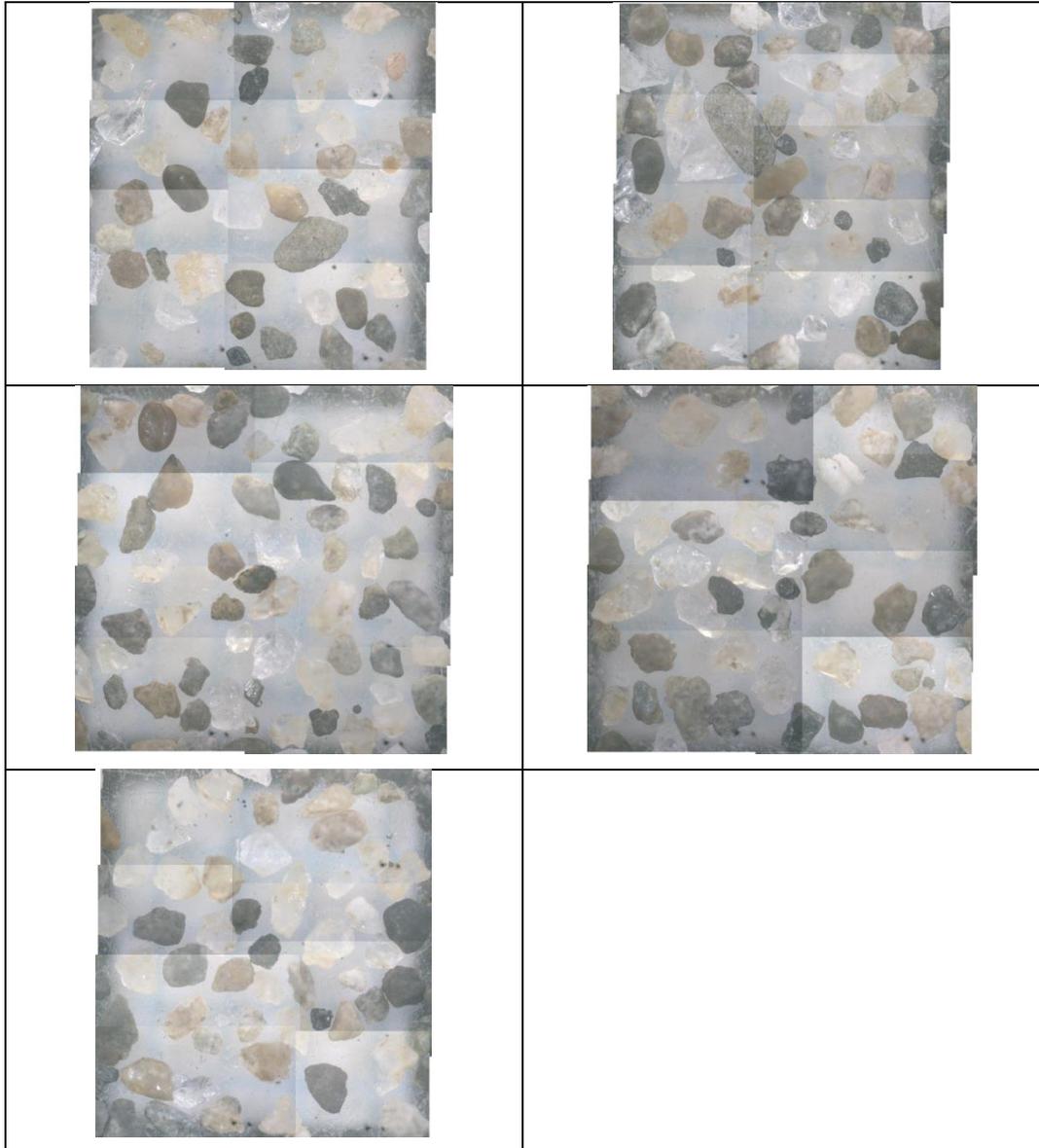
- Fraksi #18



- Fraksi #32 (Perbesaran 40x menggunakan mikroskop)

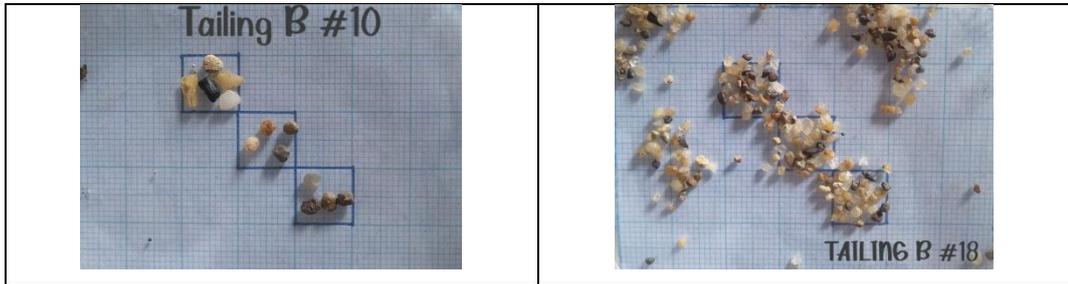


- Fraksi >#32 (Perbesaran 40x menggunakan mikroskop)

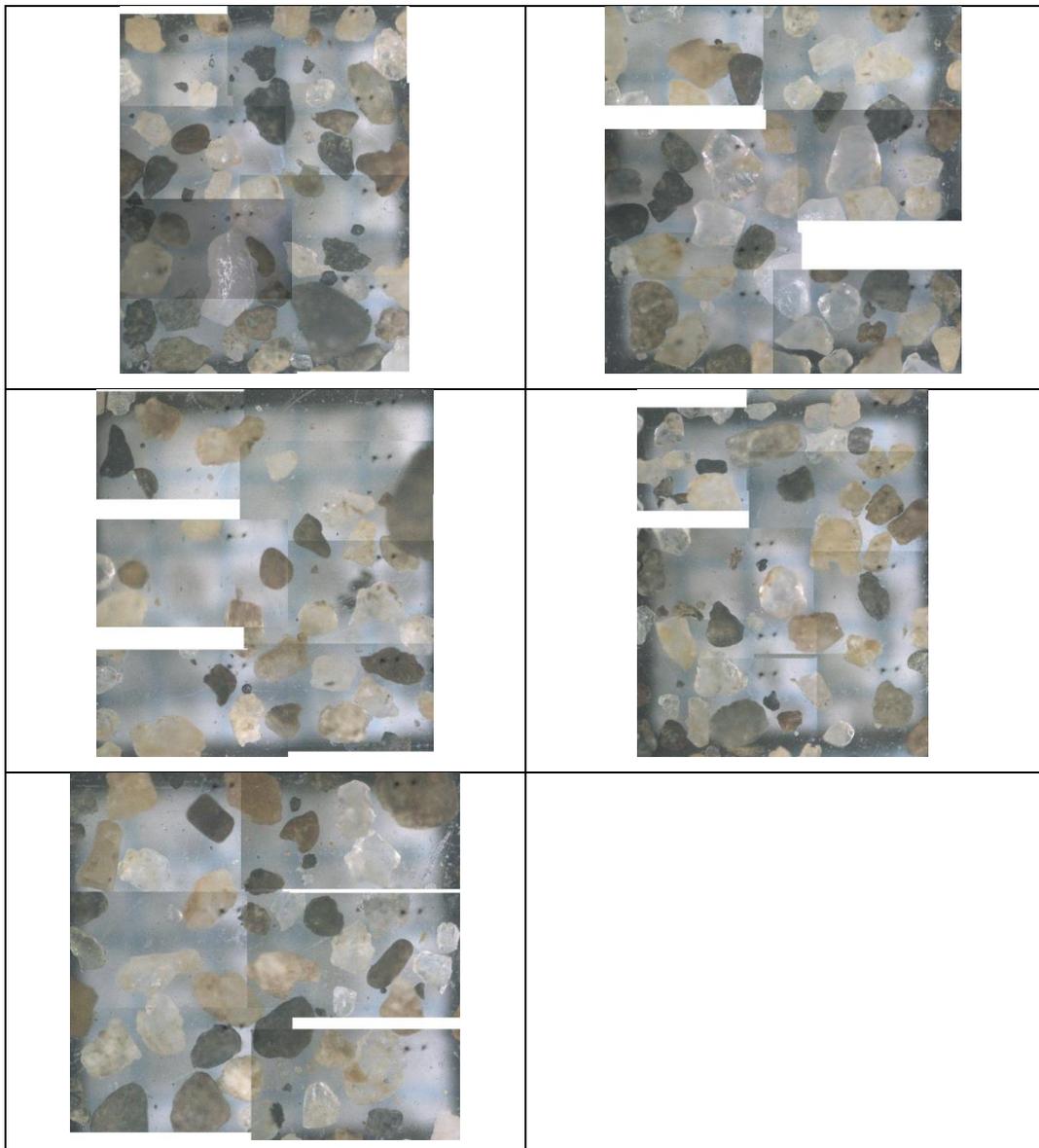


9) Tailing 2 (Sluice box 1.0 (6°))

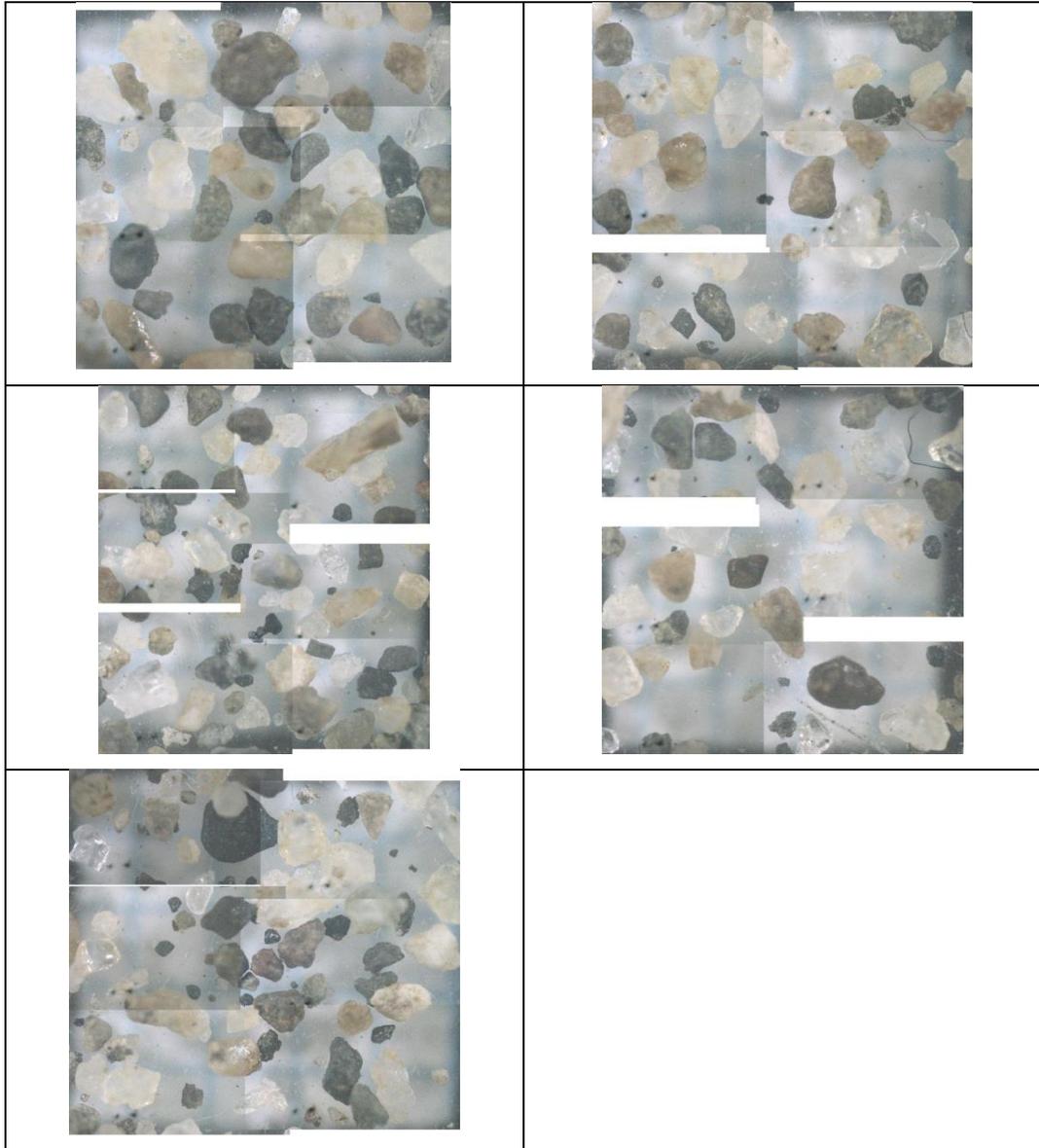
- Fraksi #10, #18



- Fraksi #32 (Perbesaran 40x menggunakan mikroskop)

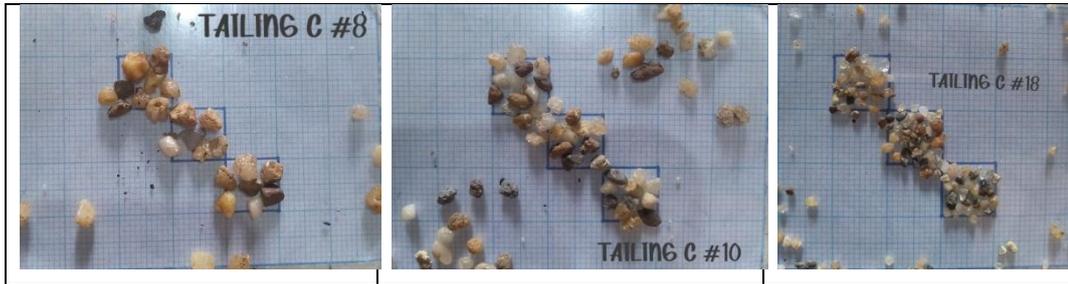


- Fraksi >#32 (Perbesaran 40x menggunakan mikroskop)

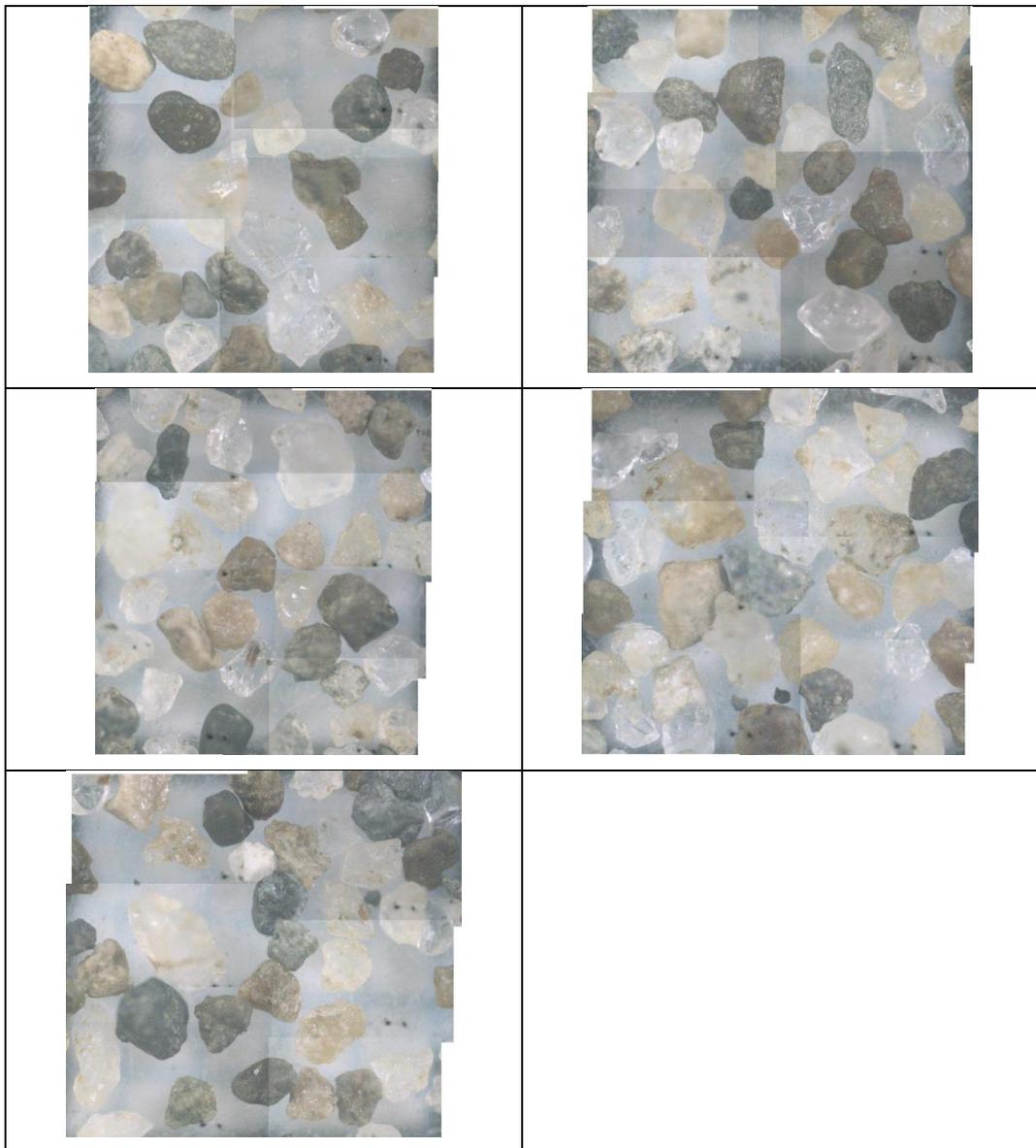


10) Tailing 3 (Sluice box 1.0 (8°))

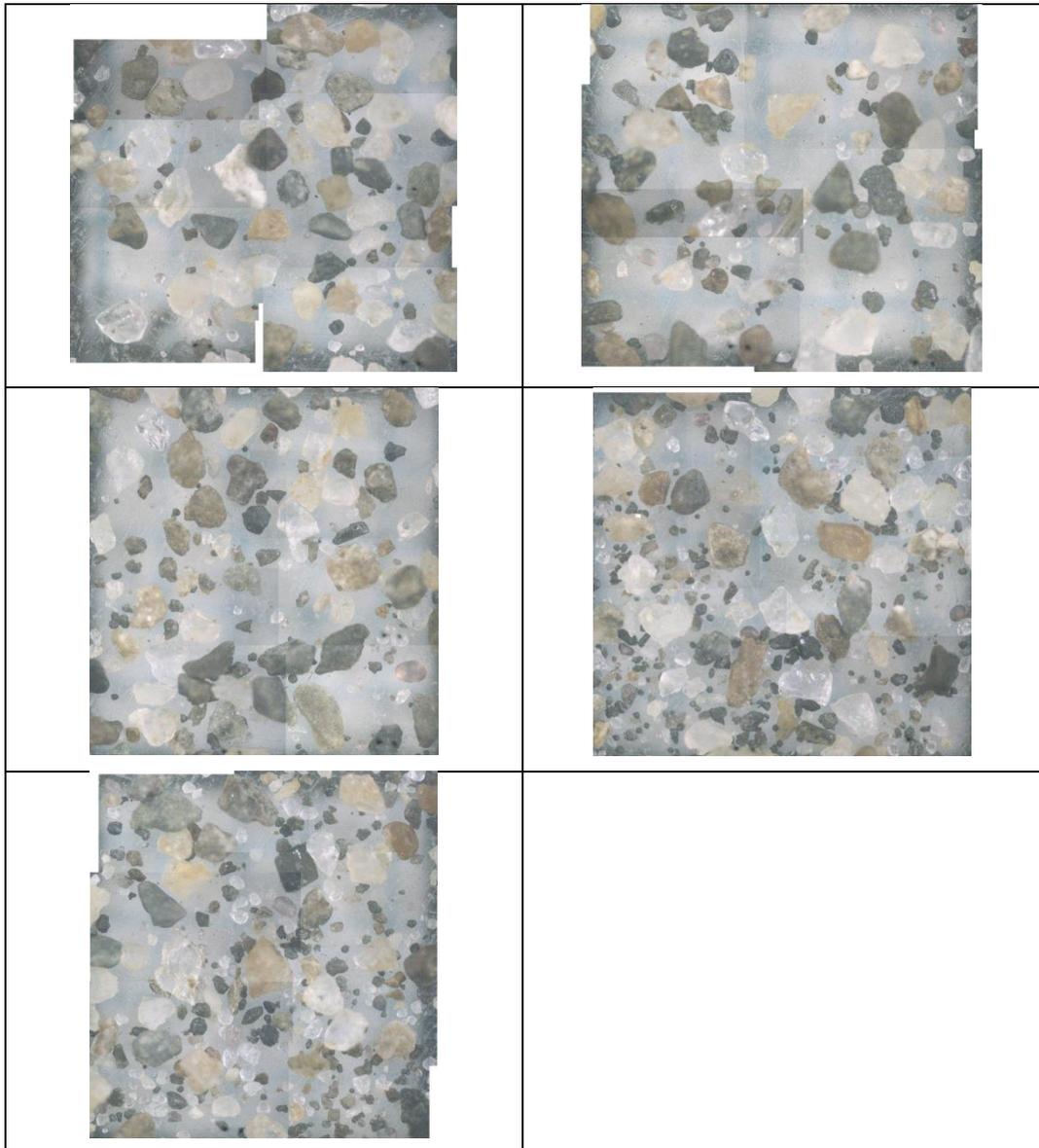
- Fraksi #8, #10, #18



- Fraksi #32 (Perbesaran 40x menggunakan mikroskop)

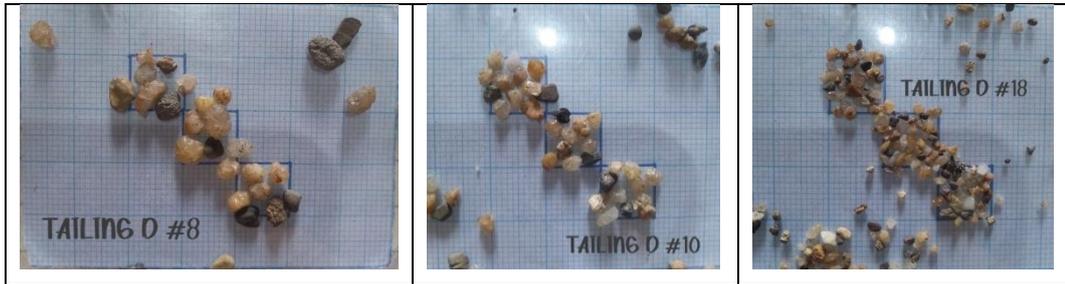


- Fraksi >#32 (Perbesaran 40x menggunakan mikroskop)

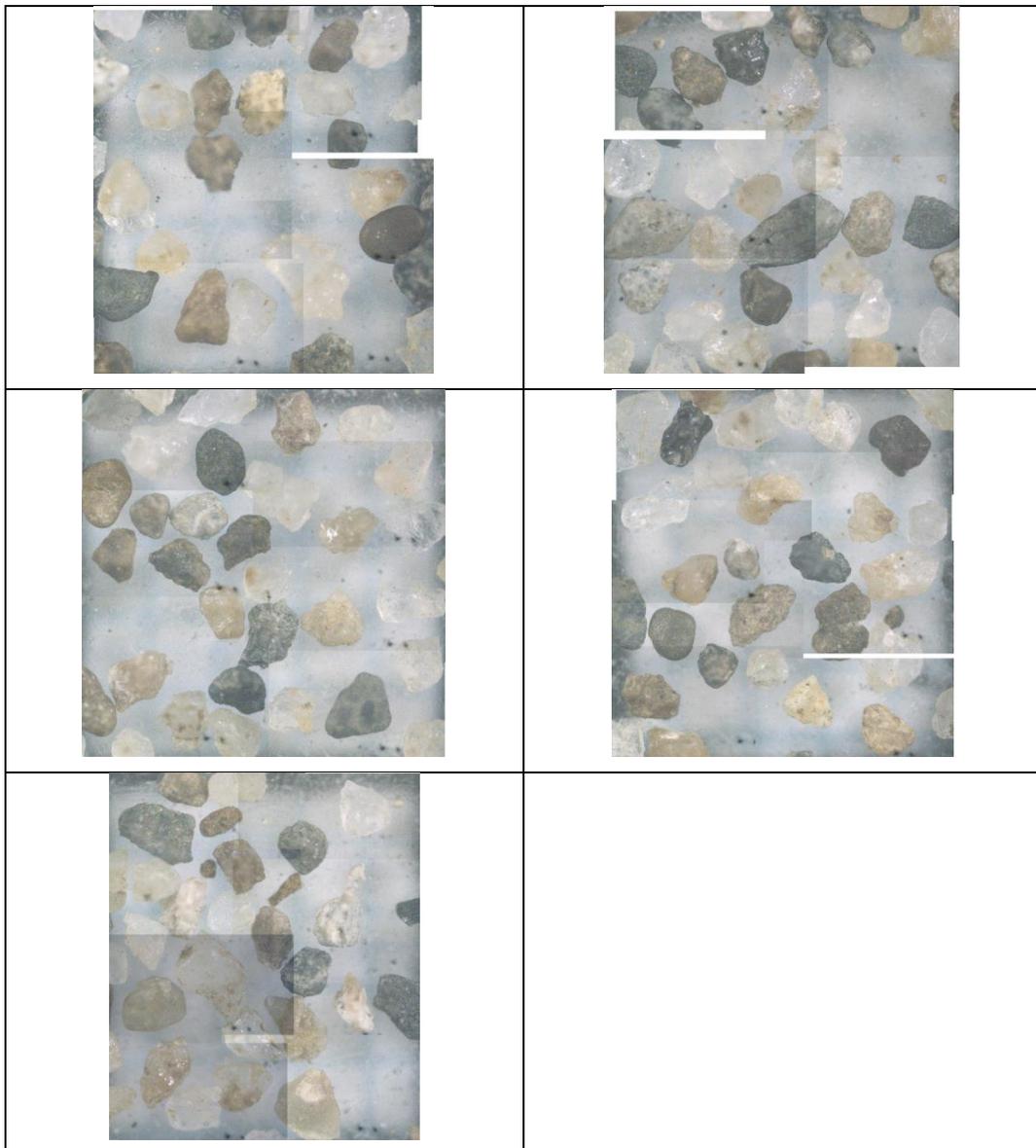


11) Tailing 4 (Sluice box 2.0 (2°))

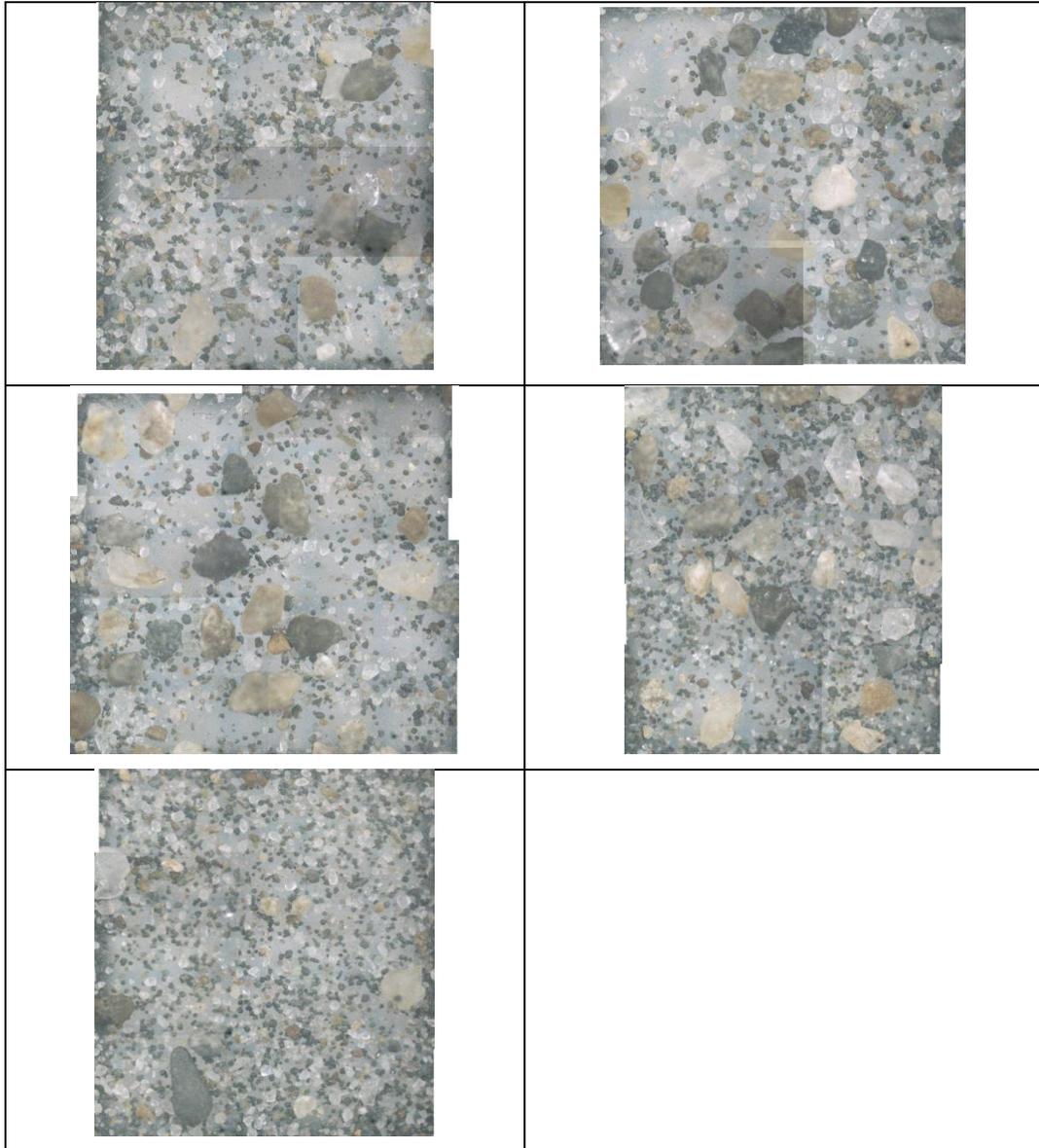
- Fraksi #8, #10, #18



- Fraksi #32 (Perbesaran 40x menggunakan mikroskop)

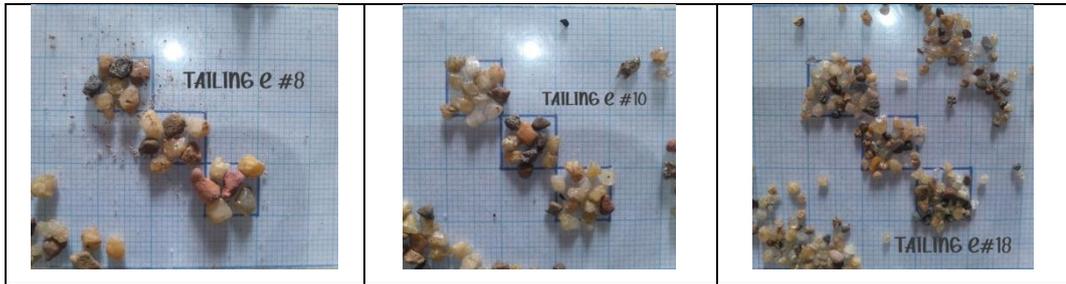


- Fraksi >#32 (Perbesaran 40x menggunakan mikroskop)

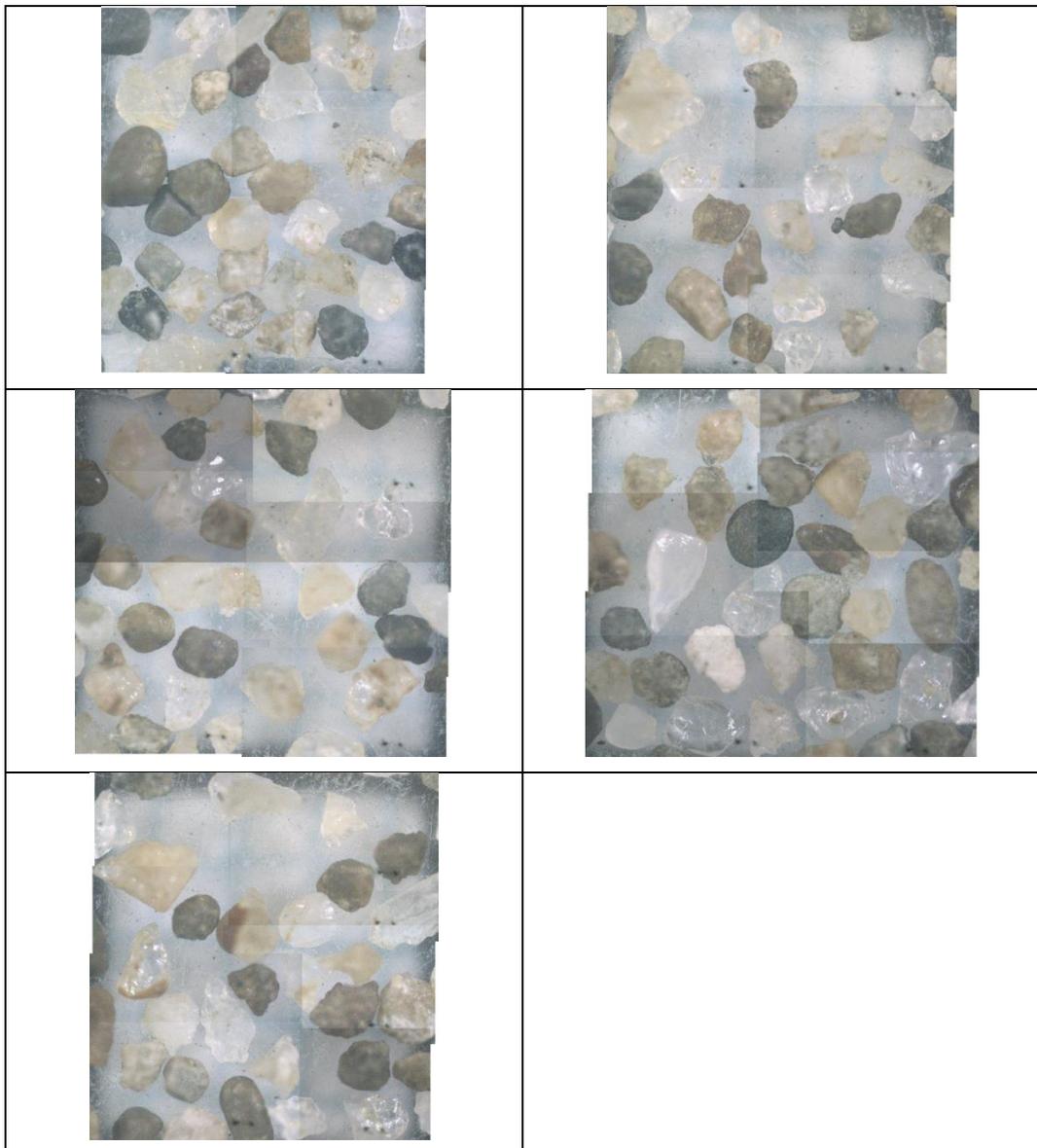


12) Tailing 5 (Sluice box 2.0 (6°))

- Fraksi #8, #10, #18



- Fraksi #32 (Perbesaran 40x menggunakan mikroskop)



- Fraksi >#32 (Perbesaran 40x menggunakan mikroskop)

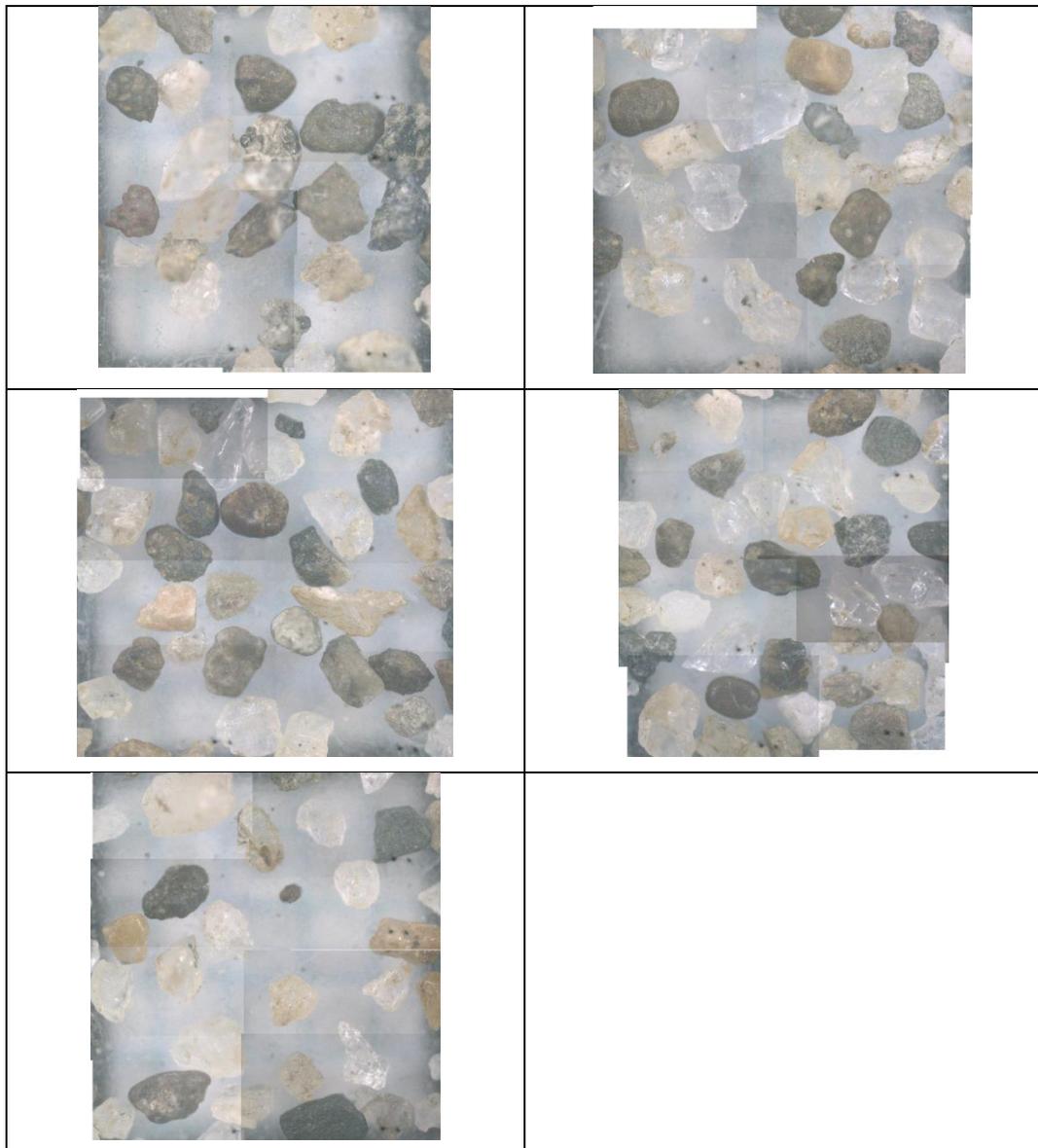


13) Tailing 6 (Sluice box 2.0 (8°))

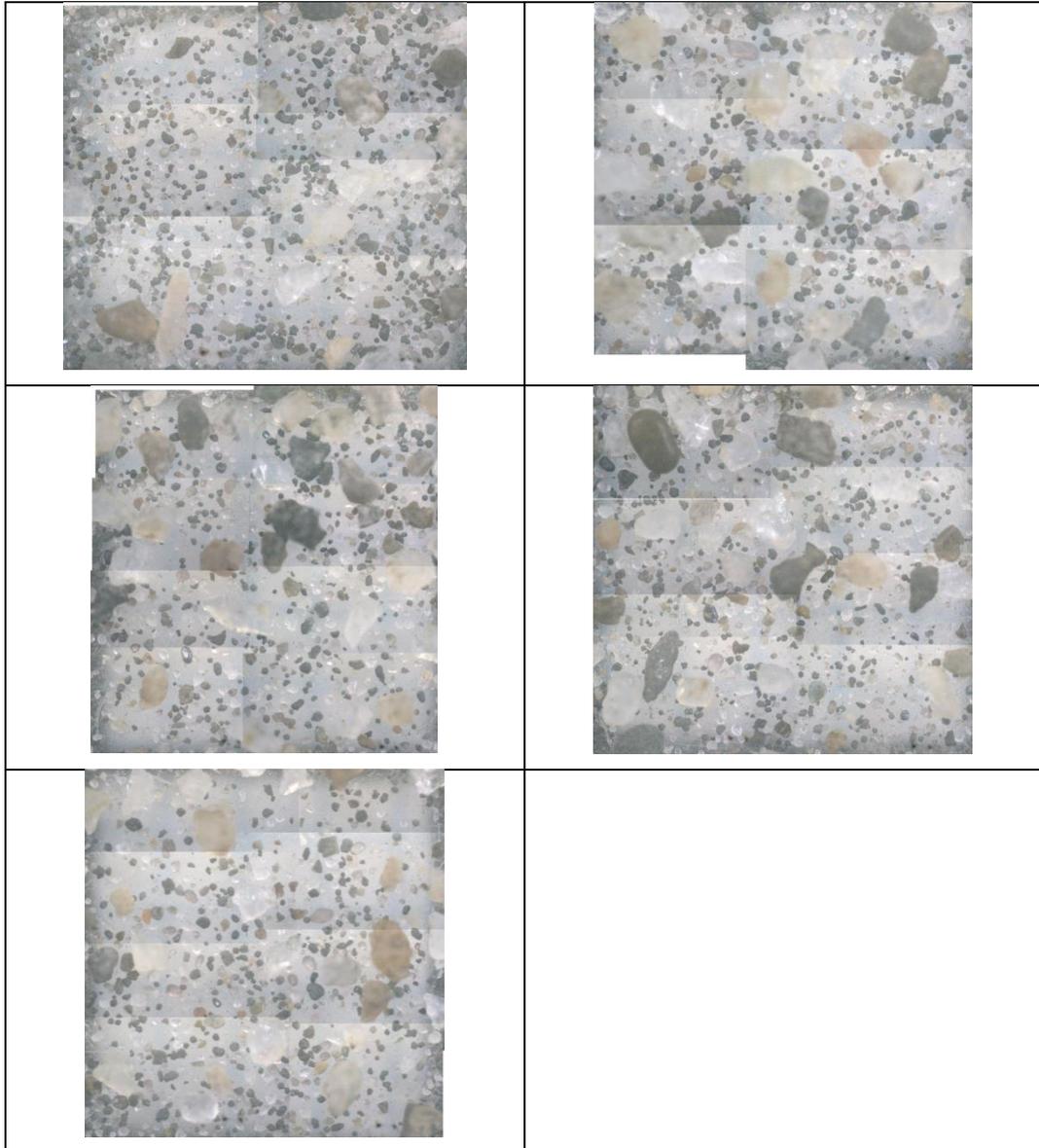
- Fraksi #8, #10, #18



- Fraksi #32 (Perbesaran 40x menggunakan mikroskop)



- Fraksi >#32 (Perbesaran 40x menggunakan mikroskop)



Lampiran 13. Laporan Hasil uji GCA

LAPORAN HASIL UJI GCA (GRAIN COUNTING ANALYSIS)
LABORATORIUM TEKNIK KEBUMIHAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI

No	Sample Name	Type	Weight (Gram)	Impurities (Unsur pengotor Mayoritas)										
				Cassiterite	Ilmenite	Monazite	Kuarsa	Siderite	Biotit	Hematit	Magnetite	Turmaline	Zircon	Pyrite
				%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1	K1	Konsentrat	1300	45,98	4,70	7,27	36,80	0,05	0,08	0,97	3,45	0,45	0,06	0,18
2	K2	Konsentrat	2198	49,35	3,26	2,50	41,89	0,04	0,06	0,05	2,26	0,46	0,04	0,09
3	K3	Konsentrat	2040	56,24	5,26	2,86	26,59	0,15	0,26	0,31	7,47	0,73	0,04	0,09
4	K4	Konsentrat	2095	64,31	4,23	1,94	22,77	0,12	0,25	0,39	4,89	0,79	0,26	0,06
5	K5	Konsentrat	1721	62,13	1,48	2,08	30,09	0,08	0,13	0,16	3,43	0,29	0,05	0,10
6	K6	Konsentrat	1418	67,45	2,57	1,80	24,93	0,09	0,10	0,16	2,40	0,37	0,04	0,11
7	T1	Tailing	59	10,12	2,20	3,56	74,03	1,08	0,32	0,52	8,17	0,00	0,00	0,00
8	T2	Tailing	619	28,41	3,19	1,15	55,77	0,89	0,51	1,64	8,18	0,26	0,00	0,00
9	T3	Tailing	943	30,34	2,53	6,33	46,87	0,10	0,18	6,76	6,24	0,51	0,00	0,13
10	T4	Tailing	539	25,41	4,58	15,38	43,38	0,90	0,03	3,70	5,98	0,57	0,02	0,05
11	T5	Tailing	974	27,46	4,99	5,88	54,08	0,07	0,09	0,29	6,11	0,94	0,02	0,07
12	T6	Tailing	1260	22,58	6,90	14,44	47,87	0,04	0,00	0,54	6,85	0,77	0,00	0,00
13	F	Feed	3000	56,27	5,62	4,39	24,41	0,06	0,11	0,52	6,83	1,70	0,03	0,05

Mengetahui
Kepala Laboratorium



Ir. Hari Wiki Utama, S.T., M.Eng

Lampiran 14. Dokumentasi proses pencucian dengan sluice box 1.0

	<p>Proses pengumpanan pada pencucian bijih timah menggunakan sluice box 1.0</p>
	<p>Proses pencucian yang berlangsung</p>
	<p>Proses pencucian yang dibantu oleh tangan dengan melakukan penyebaran material secara merata</p>
	<p>Konsentrat hasil pencucian</p>

Lampiran 14. Dokumentasi proses pencucian dengan sluice box 2.0



Proses pencucian bijih timah menggunakan alat *sluice box 2.0*



Pengaliran air pada proses pencucian bijih timah



Hasil konsentrat bijih timah pada pencucian menggunakan *sluice box 2.0*