

GAN

STUDI PENGARUH LAJU PENGUMPANAN DAN DEBIT AIR PENCUCI  
TERHADAP RECOVERY BIJIH TIMAH PADA HUMPREY SPIRAL  
DI PT KOBA TIN, BANGKA BELITUNG



SKRIPSI

Dibuat sebagai syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik  
pada Jurusan Teknik Pertambangan  
Universitas Sriwijaya

Oleh

Gunawan Wibisono  
03071002084

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

2012

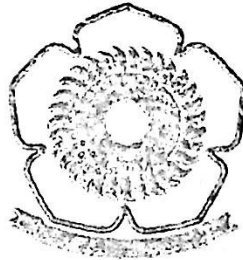
07

8  
622.344 57  
Gun  
8  
2012

24383 / 24933



**STUDI PENGARUH LAJU PENGUMPANAN DAN DEBIT AIR PENCUCI  
TERHADAP RECOVERY BUIH TIMAH PADA HUMPRESY SPIRAL  
DI PT KOBATIN, BANGKA BELITUNG**



**SKRIPSI**

**Dibuat sebagai syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik  
pada Jurusan Teknik Pertambangan  
Universitas Sriwijaya**

**Oleh**

**Gunawan Wibisono  
03071002084**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**2012**

STUDI PENGARUH LAJU PENGUMPANAN DAN DEBIT AIR PENCUCI  
TERHADAP RECOVERY BUIH TIMAH PADA HUMPREY SPIRAL  
DI PT Koba Tin, Bangka Belitung

SKRIPSI

Disetujui untuk Jurusan Teknik Pertambangan  
Oleh Pembimbing :



Ir. A. Taufik Arief, MS.

Weny Herlina, ST, MT.

## Special thanks to :

1. Allah SWT, yang telah memberiku jalan dan kekuatan sehingga dapat menyelesaikan jenjang pendidikan S-1 ini pada tanggal 10 Mei 2012.
2. Irfan Chalik dan Andri Astuty, Kedua orang tuaku yang selalu membantuku baik materi maupun moral dalam penyelesaian jenjang pendidikan sampai dengan S-1.
3. Arief Fathillah dan Alfira Nuria Rizky, kedua saudaraku yang sangat aku sayang, terima kasih atas semua baktinya dan do'anya. Semoga kalian impiasinya dapat menyusul untuk menyelesaikan jenjang pendidikan ini.
4. Stella Ariana, peminatan-ku yang baik hati, terima kasih atas semua kebersamaan yang kau berikan selama masa studi di Universitas Sriwijaya. Kemangan berjumpa takkan terlupakan.
5. Natalia F. Widiawati, teman sekelas & labuan yang selalu siap membantu setiap saat baik dalam penyelesaian mata kuliah, kerja praktek, maupun penyusunan tugas akhir. Semua persahabatan akan selalu aku ingati.
6. Dina Retawan, Joni Kurniawan, M. Xeluan, Aisya Gunawan, Macez A. Simatamang, 5 teman seangkatanku yang terdapat. Setiap detail candi-turu bersama kalian akan selalu aku kenang.
7. Billy Gondang, Arief Subhanio, Mazing Triada, Dedy Livia Windu Nawa, Harry Wahyuadi Putra, Adhasti Sya'banisya, Soraya Agustina, dan Dina Febriana, terima kasih atas semua baktinya, karena berkat bantuan kalianlah aku mendapatkan nilai A di beberapa mata kuliah.
8. Yudi Arista Yulanda, adik tingkat angkatan 2009, sekaligus menjadi adik tingkat yang terbaik dalam penyelesaian masa studiku di Teknik Pertambangan-Universitas Sriwijaya. Terima kasih atas bantuannya dimulai dari perbaikan suatu mata kuliah, penyusunan laporan kerja praktek, hingga penyusunan laporan tugas akhir.
9. Eko Purnomo, Rocha Novafina, Devi Juniarti, Manzillurahmansyams, Medi Safpia, Khairani Rionga, Jihan Farhan Lubis, Ikyar Lagowa, Joseph Mandala Putra, M. Amirullah, Ferfin mamurung dan Iwan Oktriansyah, sebagai kakak-kakak tingkat yang sudah banyak membantu dalam penyelesaian masa studi di Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.
10. Alphon E. Limbong sebagai teman kerja praktek. Semoga ilmu yang kita dapatkan sewaktu kerja praktek di PTBA dapat kita manfaatkan untuk kemajuan tambang di Indonesia.
11. Seluruh anak-anak tambang 2007, keluguan kita sewaktu ospek takkan terlupakan.

STUDI PENGARUH LAJU PENGUMPANAN DAN DEBIT AIR PENCUCI  
TERHADAP *RECOVERY* BIJIH TIMAH PADA *HUMPREY SPIRAL*  
DI PT KOBATIN, BANGKA BELITUNG

(Gunawan Wibisono, 03071002084, 2012, 94 halaman)

---

ABSTRAK

PT. Koba Tin merupakan perusahaan swasta yang bergerak di bidang pertambangan bijih timah. Material hasil penambangan yang berasal dari tambang semprot dan kapal keruk dengan kadar Sn 20-30 % akan ditingkatkan kadar Sn nya menjadi 72 % di unit pengolahan tinshed. Di Tinshed, terdapat alat *gravity concentration* berupa *jig*, *shaking table*, dan *humprey spiral*. *Humprey spiral* terdiri dari 3 tahapan, yakni *high grade* (HG), *low grade* (LG) 1, dan *low grade* (LG) 2. *Humprey spiral high grade* (HG) menghasilkan *recovery* bijih timah yang tinggi yaitu mencapai 82,94 %. Pada *Humprey spiral low grade* (LG) 1 didapat *recovery* rendah yaitu hanya 26,67 % dan *tailing* yang dihasilkan mengandung 3,10 % Sn yang akan dijadikan umpan untuk *humprey spiral low grade* (LG) 2. Pada *humprey spiral low grade* (LG) 2, yang menggunakan nilai laju pengumpanan 600 gr/detik dan debit air pencuci 1,463 liter/detik, *recovery* yang dihasilkan 60,18 % dan *tailing* masih mengandung Sn 0,6 %, untuk itu dilakukan optimasi pada alat ini sehingga hanya mengandung Sn kurang dari 0,3 % yang terbuang sebagai *tailing* pasir kuarsa dengan memvariasikan nilai laju pengumpanan dan debit air pencuci. Laju pengumpanan yang semula 600 gr/detik, divariasikan menjadi 390 gr/detik, 420 gr/detik, 745 gr/detik, dan 865 gr/detik. Debit air pencuci yang semula 1,463 liter/detik, divariasikan menjadi 1,984 liter/detik, 2,496 liter/detik, dan 3,962 liter/detik. *Recovery* optimal sebesar 86,14 % diperoleh *humprey spiral low grade* (LG) 2 pada laju pengumpanan terendah 390 gr/detik, dan debit air pencuci tertinggi 3,962 liter/detik. Pada keadaan ini, *tailing* yang dibuang bersama pasir kuarsa hanya mengandung 0,3 % Sn. Tingginya laju pengumpanan, akan membuat *recovery* menurun. Namun, semakin tinggi debit air pencuci, semakin tinggi pula *recovery* yang dihasilkan *humprey spiral*. Untuk itu, sebaiknya digunakan nilai laju pengumpanan rendah dan nilai debit air pencuci yang tinggi sehingga *recovery* yang dihasilkan pada proses pengolahan dengan menggunakan *humprey spiral* akan optimal.

Kata kunci : laju pengumpanan, debit air pencuci, *humprey spiral*, *recovery*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis ucapkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga Penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pengaruh Laju Pengumpanan dan Debit Air Pencuci terhadap *Recovery* Bijih Timah pada *Humprey Spiral* di PT Koba Tin, Bangka Belitung”.

Tugas Akhir ini dilaksanakan dari tanggal 12 September 2011 sampai dengan 12 Nopember 2011, di Pengolahan Tinshed PT Koba Tin, Kabupaten Bangka tengah, Provinsi Bangka Belitung. Pada kesempatan ini, Penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada Bapak Ir. A. Taufik Arief, MS sebagai pembimbing I dan Ibu Weny Herlina, ST, MT sebagai pembimbing II. Penulis juga ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, MS sebagai ketua jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya
3. Ibu Rr. Harminuke Eko H, ST, MT sebagai sekretaris jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.
4. Dosen-dosen yang mengajar di jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Rusman AR, selaku *Manager Processing Plant*, PT Koba Tin.
6. Bapak Lambok Simanullang, ST sebagai pembimbing lapangan di Pengolahan Tinshed, PT Koba Tin
7. Semua pihak yang telah banyak membantu baik moril maupun materil hingga terselesaikannya laporan ini.

Penulis menyadari bahwa dalam laporan ini masih terdapat banyak kekurangan, oleh karena itu Penulis berharap adanya kritik dan saran. Semoga laporan ini bermanfaat.

Inderalaya, Mei 2012

Penulis



## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB	
I. PENDAHULUAN .....	I-1
I.1. Latar Belakang .....	I-1
I.2. Rumusan Masalah dan Batasan masalah .....	I-2
1.2.1 Rumusan masalah .....	I-2
1.2.2 Batasan Masalah .....	I-2
I.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian .....	I-2
I.3.1 Tujuan Penelitian .....	I-3
I.3.2 Manfaat Penelitian .....	I-3
II. TINJAUAN UMUM .....	II-1
II.1. Sejarah PT.Koba Tin .....	II-1
II.2. Lokasi dan Kesampaian Daerah .....	II-2
II.3. Iklim dan Curah Hujan .....	II-3
II.4. Karakteristik Endapan Timah di Pulau Bangka .....	II-3
II.5. Kegiatan Pertambangan Timah di PT Koba Tin .....	II-4
II.5.1. Tambang Semprot ( <i>Gravel Pump</i> ) .....	II-5
II.5.2. Kapal Keruk Darat ( <i>Dredge</i> ) .....	II-6
II.6. Proses Pencucian Bijih Timah .....	II-7
II.6.1. Proses Basah .....	II-7
II.6.2. Proses Kering .....	II-15
II.7. Peleburan Timah .....	II-21
III. DASAR TEORI .....	III-1
III.1. Pengolahan Bahan Galian .....	III-1
III.2. <i>Gravity Concentration</i> .....	III-2
III.3. <i>Humprey Spiral</i> .....	III-4



III.4. <i>Material Balance</i> .....	III-10
IV. METODOLOGI PENELITIAN.....	IV-1
IV.1 Lokasi Pengambilan Data .....	IV-1
IV.2 Pengambilan Data .....	IV-1
IV.2.1 Data Primer .....	IV-1
IV.2.2 Data Sekunder .....	IV-4
IV.3 Analisa data.....	IV-4
V. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	V-1
V.1. HASIL.....	V-1
V.1.1 Proses aliran material pada <i>humprey spiral</i> di PT Koba Tin .....	V-1
V.1.2 Perhitungan <i>Recovery SnO<sub>2</sub></i> pada <i>Humprey Spiral</i> <i>Low Grade (LG) 2</i> dengan variasi Laju Pengumpanan dan Debit Air Pencuci.....	V-7
V.2. PEMBAHASAN .....	V-8
VI. KESIMPULAN DAN SARAN.....	VI-1
VI.1. KESIMPULAN .....	VI-1
VI.2. SARAN .....	VI-1
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1	Peta Pulau Bangka..... II-2
2.2	Idealisasi penampang Endapan Timah <i>Placer</i> ..... II-4
2.3	Kegiatan Pertambangan Timah di PT Koba Tin..... II-5
2.4	Penambangan dengan <i>Gravel Pump</i> ..... II-6
2.5	Kapal Keruk Darat ( <i>Dredge</i> )..... II-7
2.6	Bagan Alir Penambangan Timah dengan Kapal Keruk ( <i>Dredge</i> ) .... II-9
2.7	Tempat penampungan bijih timah (ore bin) di Tinshed..... II-10
2.8	<i>Jig</i> di Tinshed..... II-10
2.9	Bagan Alir Proses Pengolahan Bijih Timah di Tinshed, PT Koba Tin..... II-11
2.10	Meja Goyang ( <i>Shaking Table</i> ) di Tinshed ..... II-13
2.11	<i>Humprey Spiral</i> di Tinshed ..... II-14
2.12	<i>Cone Filte</i> di Tinshed..... II-16
2.13	<i>Rotary Dryer</i> di Tinshed ..... II-16
2.14	<i>High Tension Separator</i> di Tinshed..... II-17
2.15	Meja Angin ( <i>Air Table</i> ) di Tinshed ..... II-18
2.16	<i>Magnetik Separator</i> di Tinshed ..... II-20
2.17	Bagan Alir Proses Peleburan Konsentrat Timah di PT Koba Tin ... II-22
3.1	Batas Ukuran partikel untuk Proses Konsentrasi ..... III-4
3.2	Penampang Melintang <i>Humprey Spiral</i> ..... III-5
3.3	Posisi Konsentrat, <i>Middling</i> , dan <i>Tailing</i> di dalam <i>Louder</i> <i>Humprey Spiral</i> ..... III-9
4.1	Bagan Alir Metodologi Penelitian ..... IV-6

5.1	Bagan Alir Proses Aliran Bijih Timah Pada <i>Humprey Spiral</i> di PT.Koba Tin .....	V-5
5.2	Bagan Alir <i>Material Balance</i> pada <i>humprey spiral</i> .....	V-6
5.3	Grafik Data <i>Recovery SnO<sub>2</sub></i> pada <i>Humprey Spiral Low Grade</i> dengan Variasi Laju Pengumpanan dan Debit Air Pencuci .....	V-9
a.1	Struktur Organisasi PT Koba Tin.....	A-1

## DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
II.1	Proses Aliran Bijih Timah pada <i>Jig</i> .....	II-12
II.2	Proses Aliran Bijih Timah pada <i>Shaking Table</i> .....	II-13
II.3	Proses Aliran Bijih Timah pada <i>humprey Spiral</i> .....	II-15
II.4	Proses Aliran Bijih Timah pada <i>Cone Filter</i> dan <i>Rotary Dryer</i> .....	II-16
II.5	Proses Aliran Bijih Timah pada <i>High Tension Separator</i> .....	II-18
II.6	Proses Aliran Bijih Timah pada <i>Air Table</i> .....	II-19
II.7	Proses Aliran Bijih Timah pada <i>Magnetik Separator</i> .....	II-21
V.1	Data <i>Recovery</i> SnO <sub>2</sub> pada <i>Humprey Spiral Low Grade (LG) 2</i> Dengan Variasi Laju Pengumpanan dan Debit Air Pencuci .....	V-6
B.1	Sifat Fisik dan Karakteristik Mineral dalam Bijih Timah .....	B-1
C.1	Spesifikasi Kapal Keruk .....	C-1
D.1	Spesifikasi Alat-Alat Pengolahan di PT Koba Tin .....	D-1
F.1	Data analisa mikroskop sampel konsentrat <i>humprey spiral high grade (HG)</i> .....	F-1
F.2	Data analisa mikroskop sampel <i>middling humprey spiral high grade (HG)</i> .....	F-2
F.3	Data analisa mikroskop sampel <i>tailing humprey spiral high grade (HG)</i> .....	F-3
F.4	Data analisa mikroskop sampel <i>feed humprey spiral high grade (HG)</i> .....	F-4
F.5	Hasil sampling material pada <i>humprey spiral high grade (HG)</i> ....	F-5
G.1	Data analisa mikroskop sampel konsentrat <i>humprey spiral low grade (LG) 1</i> .....	G-1
G.2	Data analisa mikroskop sampel <i>middling humprey spiral low grade (LG) 1</i> .....	G-2

G.3	Data analisa mikroskop sampel <i>tailing humprey spiral low grade (LG) 1</i> .....	G-3
G.4	Data analisa mikroskop sampel <i>feed humprey spiral low grade (LG) 1</i> .....	G-4
G.5	Hasil sampling material pada <i>humprey spiral low grade (LG)1</i> ...	G-5
H.1	Data analisa mikroskop sampel konsentrat <i>humprey spiral low grade (LG) 2</i> .....	H-1
H.2	Data analisa mikroskop sampel <i>middling humprey spiral low grade (LG) 2</i> .....	H-2
H.3	Data analisa mikroskop sampel <i>tailing humprey spiral low grade (LG) 2</i> .....	H-3
H.4	Data analisa mikroskop sampel <i>feed humprey spiral low grade (LG) 2</i> .....	H-4
I.1	Data analisa mikroskop sampel konsentrat <i>humprey spiral low grade (LG) 2</i> setelah optimasi.....	I-1
I.2	Data analisa mikroskop sampel <i>middling humprey spiral low grade (LG) 2</i> setelah optimasi.....	I-2
I.3	Data analisa mikroskop sampel <i>tailing humprey spiral low grade (LG) 2</i> setelah optimasi.....	I-3

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A. Struktur Organisasi PT Koba Tin.....	A-1
B. Sifat Fisik dan Karakteristik Mineral dalam Bijih Timah .....	B-1
C. Spesifikasi kapal Keruk.....	C-1
D. Spesifikasi Alat-alat pengolahan di PT Koba Tin.....	D-1
E. Prosedur analisa mineralogi .....	E-1
F. Perhitungan kadar Sn pada sampling menggunakan <i>humprey spiral high grade</i> (HG) .....	F-1
G. Perhitungan kadar Sn pada sampling menggunakan <i>humprey spiral low grade</i> (LG) 1 .....	G-1
H. Perhitungan kadar Sn pada sampling menggunakan <i>humprey spiral low grade</i> (LG) 2 .....	H-1
I. Perhitungan <i>recovery</i> pada <i>humprey spiral low grade</i> (LG) 2 dengan variasi laju pengumpanan dan debit air pencuci.....	I-1
J. Perhitungan kadar Sn pada sampling menggunakan <i>humprey spiral low grade</i> (LG) 2 setelah optimasi.....	J-1

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

Timah merupakan sumber daya alam utama Pulau Bangka sejak lama. Besarnya kandungan bijih timah di daerah ini merupakan yang terbesar dari beberapa daerah lain di Indonesia. Bahkan untuk di dunia, produksi timah asal Indonesia sangat mempengaruhi harga pasar dunia. Di dalam sejarah penambangan timah, telah banyak mengalami perkembangan yang sangat signifikan. Proses penambangan timah pun kian efektif dan efisien berkat kemajuan teknologi pertambangan.

Operasi penambangan di PT Koba Tin dilakukan secara tambang terbuka, yaitu tambang semprot dan kapal keruk. Hasil dari aktivitas penambangan dengan kadar Sn 20-30% dilakukan pengolahan bijih timah di unit Tinshed yang berfungsi untuk meningkatkan kadar Sn pada bijih timah menjadi 72% sebelum dilakukan proses peleburan di unit peleburan (*smelting*).

Dalam pengolahan bahan galian, jarang sekali terjadi proses pemisahan yang berjalan sempurna, yang artinya masih terdapat mineral pengotor yang masuk sebagai konsentrat dan mineral berharga yang masuk sebagai *tailing*. Oleh karena itu, kinerja alat-alat pengolahan di tinshed harus dioptimalkan semaksimal mungkin sehingga akan semakin sedikit mineral berharga yang terbuang bersama *tailing*.

Pengolahan bijih timah di unit Tinshed terdapat 2 proses, antara lain proses basah dan proses kering. Proses basah merupakan proses pemisahan mineral berharga dengan yang tidak berharga dengan menggunakan air sebagai media pencucian yaitu menggunakan prinsip berat jenis timah yang lebih tinggi dari

mineral ikutannya. Alat yang digunakan antara lain berupa *jig*, *humprey spiral*, dan *shaking table*. *Humprey spiral* sebagai alat pengolahan proses basah merupakan alat yang mengolah *tailing* dari proses pengolahan menggunakan *jig* dan *shaking table*. Di unit pengolahan Tinshed, PT Koba Tin terdiri dari 3 tahapan pengolahan menggunakan *humprey spiral*, yaitu *humprey spiral high grade* (HG), *humprey spiral low grade* (LG) 1, dan *humprey spiral low grade* (LG) 2. Pada *humprey spiral low grade* (LG) 2 *tailing* yang dihasilkan masih mengandung 0,6 % Sn, untuk itu dilakukan optimasi pada alat ini sehingga hanya mengandung Sn kurang dari 0,3 % yang terbuang sebagai *tailing* pasir kuarsa.

## I.2 Rumusan Masalah dan Batasan masalah

### I.2.1 Rumusan Masalah

Dalam proses pengolahan bijih timah, salah satu yang patut diperhatikan adalah perolehan (*recovery*) dari setiap alat. Dalam hal ini *humprey spiral low grade* (LG) 2, sebagai alat proses untuk mengolah *tailing* dari *humprey spiral low grade* (LG) 1, harus dioptimalkan *recovery* nya dengan mengubah nilai laju pengumpanan dan debit air pencuci sehingga akan meminimalkan logam Sn yang terbuang bersama *tailing* pasir kuarsa.

### I.2.2 Batasan Masalah

Penelitian dilakukan menggunakan alat *humprey spiral low grade* (LG) 2, dimana umpannya berasal dari *tailing humprey spiral low grade* (LG) 1, dengan memvariasikan nilai laju pengumpanan dan debit air pencuci sehingga akan didapatkan *recovery* yang optimal pada alat tersebut.

## I.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

### I.3.1 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

- Mengamati proses pengolahan bijih timah menggunakan *humprey spiral*.



- Mengetahui nilai *recovery* timah pada proses pengolahan bijih timah menggunakan *humprey spiral* di unit pengolahan tinshed, PT Koba Tin.
- Mendapatkan data *recovery* pada *humprey spiral* tersebut dengan memvariasikan nilai laju pengumpanan dan debit air pencucinya.

### I.3.2 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

- Memahami proses pengolahan bijih timah menggunakan *humprey spiral*.
- Mengetahui nilai laju pengumpanan dan debit air pencuci pada alat *humprey spiral low grade (LG) 2* yang akan menghasilkan *recovery* optimal pada alat tersebut.
- Dapat mengontrol nilai laju pengumpanan dan debit air pencuci pada proses pengolahan bijih timah menggunakan *humprey spiral*, sehingga akan didapatkan *recovery* yang optimal pada alat tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim , “Laju pengumpanan”, dalam [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com), Akses tanggal 20 Januari 2012.
2. Anonim , “Pengukuran Debit Air”, dalam [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com), Akses tanggal 20 januari 2012.
3. Anonim , “Peta Pulau Bangka”, dalam [www. Google.com](http://www.Google.com). Akses tanggal 27 Oktober 2011
4. Arief S. Sudarsono, (2003), “Pengantar Pengolahan dan Ekstraksi Bijih Emas”, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
5. Barry A. Wills, T.J. Napier-Munn, (2006), *Mineral Processing Technology 7<sup>th</sup> Edition*, Queensland, Australia.
6. Gaudin, A.M., (1939), “*Principles of Mineral Dressing*”, New York, U.S.A
7. Kelly and Spottiswood, (1827), *Introductory to Mining Processing*.
8. N. L. Weiss, (1985), “*SME Mineral Processing Handbook*”, Volume 1, Kingsport Press, Kingsport, U.S.A.
9. Pryor, E. J, (1965), “*Mineral Processing*”, 3<sup>rd</sup> Edition, Elsevier, New York, U.S.A
10. Taggart, A.F., (1927), “*Handbook of Mineral Dressing*”, New York, U.S.A