

Studi Logam Berat dalam Air dan Sedimen Kolong Retensi Kacang Pedang Pasca Penambangan Timah

(Study of Heavy Metals in Water and Sediment of Kacang Pedang Retention Ponds Post Tin Mining Activities)

Irvani¹, Janiar Pitulima¹

¹Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Bangka Belitung

Abstract

Tin mining activities in hundred years in Bangka Island formed thousands of pond water, referred to as kolong. The water from kolong has been utilized by arounds people as a source of clean water and to be the main water resources by local water company (PDAM). Unconventional mining around kolong caused contamination of water by heavy metals from tailing, therefore the study of heavy metals in kolong is very important to do. Data collection was done through the approach of physical and chemical parameters of water and sediment Kolong Retensi Kacang Pedang. Water and sediment physical data collection for getting parameter of colour, flavor and smell. Chemical analysis of water and sediment cover of Dissolved Oxygen (DO), Chemical Oxygen Demand (COD), Total Dissolved Solid (TDS) and Total Suspended Solid (TSS), pH, and the content of heavy metals using spectrophotometer and XRF. As a result, the heavy metal composition of Fe, Cu, Pb and Cd in water exceed the normal threshold. Element Fe in sediment has the largest number over all sample, followed by Zn, Cr, Cu, Pb and As. The metals of Cu and Zn is absent from sediment around outlet area of Kolong Retensi Kacang Pedang

Keywords: water, kolong, quality, heavy metals, tailing.

1. Pendahuluan

Propinsi Kepulauan Bangka Belitung secara fisiografis terletak pada Paparan Sunda (*Sunda Shelf*) dan sekaligus merupakan bagian dari Sabuk Timah Asia Tenggara (*South East Asia Tin Belt*) (Van Bemmelen, 1970). Semenjak ratusan tahun telah dilakukan eksploitasi sumberdaya bijih timah. Eksploitasi bijih timah menyebabkan perubahan bentang alam secara besar-besaran dan membentuk lubang-lubang bukaan galian dipenuhi air yang disebut dengan istilah "kolong".

Yusuf (2011) mencatat terdapat 887 jumlah kolong di Pulau Bangka dengan luas mencapai lebih dari 1000 ha. Sebagian besar kolong tersebut telah dimanfaatkan untuk pemenuhan kebutuhan air baku domestik/rumah tangga, tempat pemeliharaan ikan, tempat rekreasi, dan bahkan beberapa kolong telah diusahakan sebagai sumber air baku oleh perusahaan air daerah PDAM di beberapa kabupaten/kota.

Penambangan bijih timah oleh masyarakat yang dikenal sebagai tambang inkonvensional (TI) setelah reformasi tahun 1998, tepatnya dimulai dari tahun 2000 telah menyebabkan

kerusakan lahan secara besar-besaran (Anonim, 2013). Area sekitar kolong sumber air baku PDAM Tirta Pinang Kota Pangkalpinang juga tidak luput dari aktivitas penambangan timah, sehingga terjadi pencemaran limbah tailing yang berasal dari aktivitas TI tersebut. Pencemar tailing menyebabkan penurunan kualitas air karena mengandung sejumlah besar unsur logam berat yang berbahaya untuk kesehatan manusia seperti timbal (Pb), seng (Zn), tembaga (Cu), dan lain sebagainya. Melalui fakta tersebut diperlukan penelitian untuk mengetahui kandungan logam berat dalam air dan sedimen dari Kolong Retensi Kacang Pedang yang pernah dicemari limbah tailing penambangan di masa lampau.

Lokasi Penelitian

Kota Pangkalpinang merupakan kota terpadat di Pulau Bangka. Adapun lokasi penelitian berupa Kolong Retensi Kacang Pedang yang terletak di sebelah barat Kota Pangkalpinang, dengan bentuk relatif memanjang timur-barat. Secara administrasi kolong merupakan bagian dari wilayah Kelurahan Keramat dan Pintu Air Kecamatan Rangkui, Kelurahan Kacang Pedang Kecamatan Gerunggang, dan Kelurahan Kejaksan Kecamatan Tamansari (Gambar 1). Jembatan Pahlawan 12 berarah utara-selatan memotong Kolong Retensi Kacang Pedang.

* Korespondensi Penulis: (Irvani) Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Bangka Belitung, Kawasan Kampus Terpadu UBB, Merawang, Bangka.
Email: irvani@ubb.ac.id
HP.



Gambar 1. Peta lokasi Kolang Retensi Kacang Pedang.

Tinjauan Pustaka

Geologi

Kekayaan timah di Pulau Bangka berhubungan dengan letaknya pada *Tin Islands* (Barber et al., 2005) dan bagian dari Sabuk Timah Asia Tenggara (Cobbing, 2005). Geologi Kolang Retensi Kacang Pedang dan sekitarnya disusun oleh batuan Formasi Tanjung Genting (Trt) berumur Trias dan Endapan Aluvium (Mangga dan Djamal, 1994). Endapan Aluvium menyusun secara dominan Kolang Retensi Kacang Pedang dan sekitarnya, dimana Budi dkk (2004) menggolongkan endapannya sebagai Aluvium Pantai yang terletak pada Satuan Morfologi Dataran Rendah.

Kolang

Eksplorasi bijih timah menyebabkan terbentuk kolang. Kolang merupakan lahan bekas penambangan yang cukup luas dan berbentuk seperti danau kecil dengan kedalaman dapat mencapai 40 m (BPPT, 2010), secara sederhana kolang dapat diartikan sebagai danau bekas galian tambang (Puspita dkk, 2005). Jumlah dan luas kolang galian timah di Pulau Bangka adalah yang paling luas di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung (Yusuf, 2011), dimana kolang-kolang tersebar pada semua kabupaten dan kota yang terdapat di Pulau Bangka, dengan daerah Belinyu memiliki jumlah kolang terbesar. Berdasarkan data Pemerintah Propinsi Bangka Belitung (2009) tipe kolang dibagi menjadi kolang tidak terkoneksi, kolang terkoneksi satu sama lain, dan kolang terkoneksi dengan lautan.

Cynthia dkk (2006) dalam Rosidah dan Henny (2012) membagi kolang menjadi kolang

muda (umur <10 tahun) dan kolang tua (umur >10 tahun). Selain itu, berdasarkan kematangan biogeofisik, Puspita dkk (2005) menggolongkan kolang di Indonesia sebagai kolang/bekas galian mentah (kolang usia muda, umur < 5 tahun) dengan kehidupan biologis hampir tidak ada; galian setengah matang (kolang usia sedang, umur 5 - 20 tahun) yang memiliki kehidupan biologis terbatas (spesies dan populasi) dan; galian matang (kolang usia tua, umur > 20 tahun) dengan kondisi biogeofisik kolang ini sudah semakin normal.

Air Kolang

Sekitar 90% dari kolang yang terdapat di Bangka Belitung dimanfaatkan sebagai sumber air baku (Pemerintah Propinsi Bangka Belitung, 2009), air kolang digunakan untuk keperluan mandi, cuci, kakus (MCK) dan air minum (Yusuf, 2011), dengan kedalaman rata-rata air kolang 4-5 m. Rosidah dan Henny (2012) pada tahun 2006 - 2007 menjumpai kandungan logam berat Fe, Al, Cu, dan Zn rata-rata pada air kolang tua (Kolang Hijau) dan kolang muda (Kolang TB 1.9) Sungailiat Bangka melebihi ambang batas sebagai air minum, dimana kolang berumur relatif tua memiliki kandungan logam lebih rendah dibandingkan yang berumur muda serta kandungan logam Fe dan Al lebih tinggi dibandingkan logam Cu dan Zn. Proses oksidasi mineral sulfida seperti pirit (FeS_2) dan galena (PbS) melepaskan logam berat dan meningkatkan keasaman air (Henny, 2011a). Air asam tambang dari oksidasi dapat memiliki konsentrasi SO_4 , logam Fe, AL, Mg, Zn, Cu dan Mn dalam jumlah ekstrim (España et al., 2005). Pada penelitian lain Henny (2011b) menemukan kandungan logam tertentu yang tinggi pada

plankton dan ikan kecil, serta dijumpai peningkatan bioakumulasi logam pada daging ikan tertentu seiring lama waktu pemeliharannya di dalam kolong.

Hampir semua kolong di Pulau Bangka mengandung logam Fe, Al, Pb, Cr dan As, dimana kandungan logam Fe, Zn, Cr, Pb dan As di beberapa kolong melampaui standar baku mutu (Henny, 2011a). Penelitian Henny dan Susanti (2009) terhadap beberapa kolong yang tersebar di Pulau Bangka menunjukkan kolong dengan pH <3 mempunyai logam berat Pb, Fe, Al, dan Zn melebihi baku mutu air bersih.

Tailing

Tailing adalah tanah bekas tambang yang terhampar sebagai rawa atau tanah kering dari tanah pasiran yang terdiri dari pasir dan kerikil. (Sujitno, 2007). Komposisi tailing timah umumnya berupa pasir (*sand*), lumpur (*slime*) dan lumpur pasiran (*sandy slime*) (Ang & Ho, 2002 dan BPPT, 2010), dimana tailing pasir berupa > 90% pasir kasar dan tailing lumpur disusun oleh lempung (*clay*) dan lanau (*silt*). *Sand tailing* sangat tidak subur untuk budidaya tanaman (BPPT, 2010), dan kehadiran tailing meningkatkan permeabilitas tanah (Zulfahmi et al., 2012) serta tingginya tingkat evapotranspirasi yang menyebabkan kegersangan.

Kandungan unsur dan mineral tailing cukup beragam. Tailing yang berasal dari aktivitas penambangan logam dasar seperti timah mengandung sejumlah logam dan mineral sulfida yang berpengaruh signifikan terhadap lingkungan (European Commission, 2009). *Leaching* logam berat dimungkinkan karena konsentrasinya tinggi, pH rendah dan kapasitas tanah untuk menahan air dan logam yang rendah (Ashraf et al., 2011). Selain itu, unsur radioaktif uranium (U) dan thorium (Th) dengan konsentrasi tinggi dapat dijumpai pada tailing penambangan timah (Nasirian et al., 2008). Tingkat radioaktif yang tertinggi ditemukan pada area penambangan timah (Wahyudi, 2003). Kondisi fisik dan kimia lahan tailing yang jelek memerlukan upaya reklamasi dan revegetasi sebelum dimanfaatkan sebagai lahan pertanian (Inonu, 2008).

Parameter Fisika dan Kimia Air

Beberapa parameter fisik dan kimia air yang digunakan harus memenuhi kriteria Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Parameter penentuan kualitas fisika air meliputi suhu, kekeruhan, warna, daya hantar listrik, jumlah zat padat terlarut, rasa dan bau. Berbagai parameter kimia air baik yang secara langsung atau tidak langsung berhubungan dengan kesehatan, ditunjukkan oleh kandungan unsur aluminium (Al), besi (Fe), fluorida (F), klorida (Cl), seng (Zn), mangan (Mn), natrium (Na), nitrat (NO₃), nitrit (NO₂), tingkat kesadahan, pH dan amonia dan seterusnya.

2. Metode Penelitian

Penelitian terhadap air Kolong Retensi Kacang Pedang dilakukan pada Bulan September-Oktober 2015 melalui tahapan persiapan, *reconnaissance* (survey pendahuluan), pengambilan data sekunder dan primer, serta analisis laboratorium. *Reconnaissance* dilakukan dengan melihat keadaan umum Kolong Retensi Kacang Pedang yang berguna untuk persiapan penelitian.

Survey penelitian dilakukan pada musim kemarau pada Bulan Juni Tahun 2015 dengan air kolong telah dipengaruhi musim panas. Permukaan air kolong telah susut dari keadaan normalnya secara rata-rata. Survey dilakukan melalui pengamatan kondisi air dan sedimen, dengan pengambilan sample air, dan sample sedimen kolong yang diyakini sebagai tailing yang berasal dari aktivitas penambangan bijih timah di masa lampau, masing-masing sejumlah 1 sample dan 5 sample (Tabel 1). Secara khusus pengambilan sample sedimen dilakukan pada aliran sungai masuk ke kolong, bagian tengah dan hilir kolong. Setiap titik pengambilan data dicatat posisi geografisnya menggunakan GPS (*Global Positioning System*). Analisis laboratorium sample air menggunakan AAS (*Atomic Absorbtion Spectrophotometry*), sedangkan sample sedimen dianalisis menggunakan XRF (*X-Ray Fluorescence*) untuk mendapatkan komposisi unsur logam berat.

Tabel 1. Lokasi pengambilan sample sedimen dan air

Sample	Koordinat		Kedalaman (m)	Sedimen	Air
	X (BT)	Y (LS)			
Sample 1	106 ⁰ 05'31,6"	02 ⁰ 07'59,6"	1,8		
Sample 2	106 ⁰ 05'38,1"	02 ⁰ 07'57"	1,4		
Sample 3	106 ⁰ 05'38,5"	02 ⁰ 07'52,9"	1,2		
Sample 4	106 ⁰ 05'35,7"	02 ⁰ 07'47,6"	0,8		
Sample 5	106 ⁰ 06'15,2"	02 ⁰ 07'52,3"	1,3		
Sample 6	106 ⁰ 06'15,1"	02 ⁰ 07'52,4"	2,3		

3. Hasil dan Pembahasan

Keadaan Lokasi Penelitian

Bentuk kolong memanjang mengikuti aliran air sungai alaminya berarah relatif timur-barat, dengan bagian hulu terletak disebelah barat dan hilirnya pada bagian timur. Hampir seluruh tepian kolong dikelilingi oleh pemukiman penduduk, dengan ruang terbuka hijau terletak disebelah utara. Pada bagian aliran sungai masuk ke kolong dijumpai eks lokasi penambangan timah berupa kolong-kolong kecil dan hamparan-hamparan pasir kuarsa. Demikian juga pada bagian utara kolong dijumpai saluran air kecil

dengan dasar lumpur berwarna coklat kemerahan yang menunjukkan kehadiran unsur besi yang tinggi (Gambar 2A dan 2B).

Kolong Retensi Kacang Pedang punya peran multi fungsi dan sangat vital bagi Kota Pangkalpinang, terutama dalam usaha pencegahan bencana banjir ketika musim hujan tiba dan menahan laju pasang laut tinggi air laut. Luas kolong diperkirakan hampir mencapai 50 ha memiliki potensi sumberdaya air yang besar untuk pemanfaatan sebagai sumber air baku dan tempat melakukan kegiatan olah raga air (PODSI Babel) (Gambar 2C dan 2D), serta area rekreasi bagi warga Kota Pangkalpinang.



Gambar 2. Foto: (A) hamparan pasir dan kolong eks lokasi penambangan timah, (B) lumpur aliran air masuk ke kolong berwarna coklat kemerahan, (C) pompa air PDAM Tirta Pinang, dan (D) area olah raga air PODSI Babel.

Fisika dan Kimia Air Kolong

Parameter fisika air kolong menunjukkan kondisi air tidak berasa, agak berbau pada bagian selatan, serta relatif agak keruh di bagian pinggiran kolong dengan relatif bening di bagian tengah. Nilai pH air kolong menunjukkan hampir mencapai keadaan netral yaitu sebesar 6, TDS sebesar 14 ppm, DO sebesar 4,24 mg/l dan nilai BOD yang rendah sebesar 0,78. Secara umum parameter fisika air kolong menunjukkan keadaan yang baik serta memenuhi syarat kualitas sebagaimana yang terdapat pada PP No.82 tahun 2001.

Analisis kimia air kolong sebagaimana direkapitulasikan dalam Table 2, menunjukkan unsur logam Fe, Cu, Pb dan Cd melampaui ambang batas normal, dimana kandungan unsur logam Fe jauh melampaui ambang batas normal kualitas air. Adapun kandungan logam Zn dalam air kolong berada pada jumlah yang aman.

Selain itu berdasarkan pengamatan megaskopis sample sedimen menunjukkan dominasi ukuran fraksi pasir lebih tinggi

dibandingkan endapan lumpur. Melalui analisis kimia sample sedimen sebagaimana diilustrasikan Table 3 menunjukkan kandungan unsur logam Fe yang sangat besar pada semua sample, yang kemudian diikuti logam Zn, Cr, Cu, Pb dan As. Secara khusus pada sample sedimen 5 yang terletak pada bagian aliran air keluar kolong (hilir) dan berdekatan dengan lokasi pompa PDAM Tirta Pinang Kota Pangkalpinang. tidak ditemukan unsur Cu, Zn dan Cr, akan tetapi memiliki kandungan Fe sangat tinggi. Demikian juga untuk sample sedimen 4 yang terletak relatif di bagian hilir kolong, mengandung sejumlah kecil unsur logam.

Secara umum terlihat pola sebaran logam yang tinggi pada sedimen yang terletak pada bagian hulu atau aliran sungai masuk ke kolong, dimana pada bagian ini dijumpai lahan eks penambangan bijih timah. Adapun pada bagian hilir kolong atau bagian aliran air ke luar kolong yang terletak pada pintu air menunjukkan kandungan logam pada sedimen relatif lebih rendah. Adapun logam Fe relatif tersebar secara merata. Pola sebaran logam berat diperkirakan

berhubungan erat terhadap aktivitas penambangan bijih timah yang pernah dilakukan di masa lampau.

Jika dilakukan pengamatan terhadap kandungan logam pada sample air dan sample

sedimen 5 yang terletak berdekatan menunjukkan absennya unsur Cu dan Zn pada endapan sedimen kolong. Hal ini menunjukkan logam Cu dan Zn hanya terlarut dalam air, akan tetapi tidak diendapkan sebagai sedimen.

Tabel 2. Hasil analisis laboratorium unsur logam dalam air kolong

No	Parameter	Kandungan (mg/l)	Kadar Maks (PP No. 82/2001)	Metode
1.	Fe	2,01	0,02	SNI 6989.04 : 2009
2.	Cu	< 0,0567	0,02	SNI 6989.06 : 2009
3.	Zn	< 0,05	0,05	SNI 06.6989.07 : 2004
4.	Pb	< 1,0	0,03	SNI 6989.08 : 2009
5.	Cd	< 0,05	0,01	SNI 6989.16 : 2009

Tabel 3. Hasil analisis laboratorium sedimen-sedimen kolong

Sample	Unsur (ppm)					
	Fe	Cu	Zn	Pb	As	Cr
Sample 1	1,06 %	45	58	54,3	9,9	70
Sample 2	2,43 %	94	162	69	14,7	53
Sample 3	2,15 %	86	114	63	14,3	99
Sample 4	4595	7	9	4,1	-	16
Sample 5	3,8 %	-	-	38	15	-

4. Kesimpulan

Berdasarkan kajian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan :

1. Kandungan logam Fe, Cu, Pb dan Cd dalam air kolong melampaui ambang batas normal.
2. Sample sedimen memiliki kandungan unsur logam Fe yang sangat besar pada semua sample, yang kemudian diikuti logam Zn, Cr, Cu, Pb dan As.
3. Secara khusus pada bagian hilir Kolong Retensi Kacang Pedang Unsur logam Cu dan Zn hanya dijumpai pada air kolong.

Daftar Pustaka

- Ang, L.H. and Ho, W.M. (2002) *Afforestation of Tailing in Malaysia*. 12th ISCO Conference. Beijing.
- Anonim (2013) Reklamasi Lahan Bekas Tambang PT. Timah (Persero) Tbk. Slide Lokakarya Memantapkan Upaya Rehabilitasi Lahan Bekas Tambang Melalui Peningkatan Kapasitas Pelaksana. Bogor.
- Ashraf, M.A., Maah, M.J. and Yusoff, I. (2011) *Heavy Metals Accumulation in Plants Growing in Ex Tin Mining Catchment*. Int. J. Environ. Sci. Tech. Vol 8 (2), P. 401-416.
- Barber, A.J., Crow, M.J. dan De Smet, M.E.M. (2005) *Tectonic Evolution* In: Barber, A.J., Crow, M.J., Milsom, J.S. (Eds.), *Sumatra: Geology, Resources and Tectonic Evolution*. Geological Society Memoar, 31, pp.234-257.

- BPPT, 2010. Pengembangan Nutrient Block Untuk Mendukung Rehabilitasi Lahan Pasca Tambang. Laporan Akhir Program Insentif Perekrayasa KRT Tahun 2010 No. 25.
- Budi, Indra S., Sugiyanto dan Sugalang (2004) Peta Geologi Teknik Daerah Pangkalpinang dan Kabupaten Bangka Provinsi Bangka Belitung, Skala 1:100.000. Direktorat Tata Lingkungan Geologi dan Kawasan Pertambangan Sub Direktorat Geologi Teknik, DESDM. Bandung.
- Cobbing, E.J. (2005) *Granite*. in Barber, A.J., Crow, M.J. and Milsom, J.S. (ed.) *Sumatra: Geology, Resources and Tectonic Evolution*. Geological Society Memoir, No. 31.
- Aspana, J. S., Pamo, E. L., Santofimia, E., Aduvire, O., Reyes, J. and Baretino, D. (2005) *Acid Mine Drainage in The Iberian Pyrite Belt (Odiel River Watershed, Huelva, SW Spain): Geochemistry, Mineralogy and Environmental Implications*. Applied Geochemistry 20, page 1320 – 1356.
- European Commission (2009) *Management of Tailings and Waste-Rock in Mining Activities*. Diakses pada <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu>.
- Henny, Cynthia (2011a) Kolong Bekas Tambang Timah di Pulau Bangka: Permasalahan Kualitas Air dan Alternatif Solusi Untuk Pemnafaatan. Oseanologi dan Limnologi di Indonesia, 37 (1), hal. 119-138.
- Henny, Cynthia (2011b) Bioakumulasi Beberapa Logam pada Ikan di Kolong Bekas Tambang Timah di Pulau Bangka. Limnotek, 18 (1).
- Henny, Cynthia dan Susanti, Eva (2009) Karakteristik Limnologis Kolong Bekas

- Tambang Timah di Pulau Bangka. Limnotek, Vol. 16 (2), hal. 119-131.
- Inonu, I. (2008) Pengelolaan Lahan Tailing Timah di Pulau Bangka: Penelitian yang Telah Dilakukan dan Prospek ke Depan. Jurnal Enviagro, Vol. 2 (2).
- Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 492, 2010, Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.
- Mangga, A.S. dan Djamal, B. (1994) *Peta Geologi Lembar Bangka Utara dan Bangka Selatan, Sumatra*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Nasirian, M., Bahari, I. and Abdullah, F. (2008) *Assessment of Natural Radioactivity in Water and Sediment from Amang (Tin Tailing) Processing Ponds*. The Malaysian Journal of Analytical Sciences, Vol. 12 (1), p. 150-159.
- PP Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Sujitno, Sutedjo (2007) Sejarah Penambangan Timah di Indonesia. Ibalat Communication, Jakarta.
- Van Bemmelen, R.W. (1970) *The Geology of Indonesia (second edition)*. Government Printing Office, The Hague, Netherlands.
- Yusuf, Maulana (2011) Model Pengembangan Kolong Terpadu Pasa Penambangan Timah di Wilayah Bangka - Belitung. Majalah Ilmiah Sriwijaya, Volume XVIII, No. 11.
- Rosidah dan Henny, Cynthia (2012) Kajian Logam berat Fe, Al, Cu dan Zn pada Perairan Kolong Pasca Penambangan Timah di Pulau Bangka. Prosiding Seminar Nasional Limnologi VI, Bogor.
- Pemerintah Propinsi Kepulauan Bangka Belitung (2009) *Profile Development Ex Tin Mining Ponds In Bangka Belitung Archipelago Province*. Slide diakses pada www.imtgt.org/.../3rd-Mtg-WGAAE-Agenda-4-2.pdf. pada 28 April 2015.
- Puspita, L., Ratnawati, E., Suryadiputra, I Nyoman N. dan Meutia, A.A. (2005) Lahan Basah Buatan di Indonesia. Wetlands International – Indonesia Programme, Bogor.
- Wahyudi, B. (2003) Studi Tingkat Radioaktivitas Lingkungan dan Epidemiologi Lingkungan pada Area Pertambangan Timah Pulau Bangka Propinsi Kepulauan Bangka Belitung. Prosiding Seminar Aspek Keselamatan Radiasi dan Lingkungan pada Industri Non Nuklir. Jakarta.
- Zulfahmi, A.R., Wan Zuhairi, W.Y., Raihan, M.T., Sahibin, A.R., Wan Mohn Razi, I., Tukimat, L., Syakireen Z.S.N. and Noorulakma, A. (2012) *Influence of Amang (Tin Tailing) on Geotechnical Properties of Clay Soil*. Sains Malaysiana, Vol. 41 (3), pg. 303-312.