



e-ISSN Number  
2655 2967

Available online at <https://jurnal.teknologiindustriumi.ac.id/index.php/JCPE/index>

*Journal of Chemical Process Engineering*

Volume 4 Nomor 2 (2019)



SINTA 3 Accreditation  
Number 28/E/KPT/2019

## Peningkatan Kadar Tantalum & Niobium Oksida dari Terak Timah Bangka Menggunakan Pelarut NaOH dilanjutkan dengan HNO<sub>3</sub> dan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

*(Upgrading of Tantalum and Niobium Oxides from Bangka Tin Slag with Sodium Hydroxide Followed by Nitrate and Phosphate Acid)*

Rafdi Abdul Majid<sup>1\*</sup>, S. Pemanana<sup>2</sup>, J W Soedarsono<sup>3</sup>, Debby Rachel<sup>3</sup>, Wahyu Kartika<sup>4</sup>,  
D.Darnengsih<sup>1</sup>, Munira Munira<sup>1</sup>, M Mustafiah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia, Makassar 90231, Indonesia

<sup>2</sup>Institut Sains Dan Teknologi Al-Kamal Jl. Raya Al Kamal, Jakarta Barat, DKI Jakarta 11520, Indonesia

<sup>3</sup>Departemen Teknik Metalurgi dan Material, fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok 16426, Indonesia

<sup>4</sup>Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Indonesia

### Inti Sari

Terak Timah merupakan produk samping dari proses peleburan timah yang mengandung unsur logam tantalum dan niobium. Beberapa sumber unsur tantalum dan niobium yaitu *columbite*, *tantalite*, tantalum-columbite, dll. Tantalum & niobium memiliki banyak aplikasi seperti industri pesawat terbang, elektronik dan *super alloy*. Penelitian ini dilakukan untuk meningkatkan kadar unsur logam tantalum dan niobium dari terak timah melalui proses pelindian asam maupun basa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses pemanggangan yang dilakukan tidak mengalami dekomposisi thermal, selanjutnya proses pelindian basa dengan NaOH mengakibatkan penurunan yang sangat kecil terhadap niobium yaitu dari 0,75 menjadi 0,73%, sedangkan proses pelindian dengan HNO<sub>3</sub> dan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> memberikan peningkatan terhadap tantalum dan niobium yaitu dengan HNO<sub>3</sub> 2M menghasilkan Ta dan Nb berturut-turut 0,17 menjadi 0,85 dan 0,73 menjadi 1,49. Hal ini juga terlihat pada pelindian menggunakan campuran HNO<sub>3</sub>: H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> menghasilkan peningkatan Ta dan Nb berturut-turut menjadi 0,88-0,9% dan 1,46-1,54% di setiap peningkatan variasi konsentrasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>.

### Abstract

*Tin slag is a by-product of tin processing that have tantalum and niobium contents. Some source of tantalum and niobium is columbite, tantalite, etc, with many applications likes aircraft industry, electronics, super alloy. In this study, we will increase the contents of tantalum and niobium from tin slag by process of alkaline and acid leaching. The results showed that roasting process carried out didn't cause thermal decomposition, then process of alkaline leaching by NaOH tend to very small decrease of niobium oxide from*

**Kata Kunci:** Terak Timah  
Bangka, Tantalum, Niobium,  
Pelindian, Pemanggangan

**Key Words :** *Keywords:*  
Bangka Tin Slag, Tantalum,  
Niobium, Leaching, Roasting

### Published by

Department of Chemical Engineering  
Faculty of Industrial Technology  
Universitas Muslim Indonesia, Makassar

### Address

Jalan Urip Sumohardjo km. 05 (Kampus 2 UMI)  
Makassar- Sulawesi Selatan

### Phone Number

+62 852 5560 3559  
+62 823 4988 0792

### Corresponding Author

rafdi.abdulmajid@umi.ac.id



### Journal History

Paper received : 18 Agustus 2019  
Received in revised : 20 Agustus 2019  
Accepted 19 November 2019

---

*0,75% to 0,73%. Which the process of acid leaching by  $HNO_3$  and  $H_3PO_4$  given increases to tantalum and niobium oxides, while the leaching process with  $HNO_3$  and  $H_3PO_4$  gives an increase of tantalum and niobium, with 2M  $HNO_3$  producing Ta and Nb, respectively 0.17 to 0.85 and 0.73 to 1.49. This is also seen in leaching with a mixture of  $HNO_3$ :  $H_3PO_4$  resulting in an increase of Ta and Nb respectively to 0.88-0.9% and 1.46-1.54% in each variation of  $H_3PO_4$  concentration.*

---

## PENDAHULUAN

Tantalum dan niobium merupakan unsur logam yang tidak ditemukan secara bebas di alam, tetapi selalu berasosiasi dengan beberapa jenis logam membentuk mineral-mineral oksida. Tantalum dan niobium termasuk dalam kategori logam kritis di dunia, hal ini sesuai dengan hasil penilaian 78 jenis logam yang di keluarkan oleh *European Commissioning* pada tahun 2017[1]. Disisi lain, kedua logam tersebut memiliki banyak kegunaan dalam aplikasi teknologi tinggi misalnya industri pesawat terbang, elaktronik, super alloy, katalis, capacitor, energy dan superkonduktor [2].

Terdapat beberapa jenis mineral sebagai sumber utama unsur tantalum dan niobium misalnya columbite, tantalite, tantalocolumbite, pyrochlore, dan microlite [3]. Namun semakin terbatasnya setiap mineral tersebut mendorong palaku industri dan peneliti mencari sumber-sumber sekunder yang ekonomis. Salah satu sumber sekunder yang prospek dikembangkan adalah terak timah yang berasal dari hasil peleburan timah, hal ini sesuai dengan beberapa hasil penelitian sebelumnya terhadap terak timah yang menunjukkan kandungan tantalum dan niobium oksida [4].

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukan bahwa penggunaan pelarut basa maupun asam dapat meningkatkan kadar tantalum dan niobium oksida dalam terak timah melalui pelarutan oksida lain seperti  $Fe_2O_3$  dan  $SiO_2$  [5], hal ini juga dijelaskan oleh beberapa penelitian lainnya[6]–[9][10]. Selain itu menurut A. Suharyanto bahwa penggunaan NaOH dapat melarutkan senyawa amfoter dalam unsur mayor seperti  $SnO_2$ ,  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$  dan Zr [11], hal ini juga berhubungan

dengan beberapa penelitian sebelumnya [12]–[14].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan panas dan pelindian basa maupun asam terhadap terak timah Bangka (BTS) dalam peningkatan kadar tantalum dan niobium oksida melalui proses pemanggangan, pelindian dengan pelarut basa NaOH, dan pelindian dengan pelarut asam nitrat ( $HNO_3$ ) : asam fosfat ( $H_3PO_4$ ).

## METODE PENELITIAN

### Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu terak timah yang dihasilkan dari proses peleburan timah di PT. Timah Indonesia, Bangka. Selain itu digunakan beberapa bahan penunjang seperti NaOH,  $HNO_3$ , dan  $H_3PO_4$  sebagai pelarut pada proses pelindian.

### Prosedur Penelitian

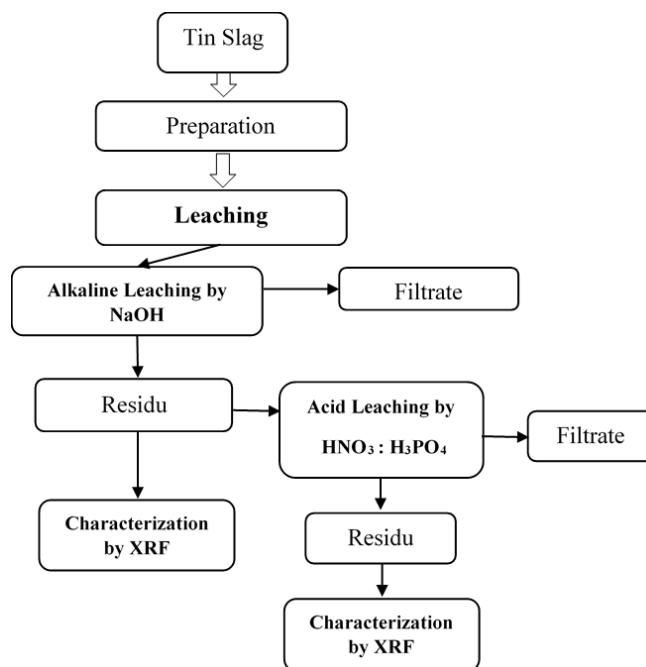
Penelitian ini dilakukan proses pemanggangan terak timah pada suhu  $900^\circ C$  selama 2 jam, selanjutnya di lanjutkan dengan proses pelindian menggunakan pelarut basa NaOH, kemudian residu hasil pelindian basa dilanjutkan dengan pelindian asam menggunakan pelarut  $HNO_3$  dan  $H_3PO_4$  dalam beberapa variasi konsentrasi pelarut. Selanjutnya dapat dilihat pada gambar 1.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh Proses Roasting & Quenching

Proses pemanggangan (*roasting*) dilakukan pada suhu  $900^\circ C$  selama 2 jam, kemudian dilakukan proses pendinginan cepat (*quenching*). Selanjutnya dilakukamn proses karakterisasi dengan XRF untuk mengetahui kadar terak timah

terhadap pengaruh pemanggangan dan pendinginan cepat sebagaimana terlihat pada tabel 1.



**Gambar 1.** Prosedur Penelitian

Tabel 1 menunjukkan bahwa proses pemanggangan yang dilakukan tidak mengakibatkan terjadinya dekomposisi thermal, hal ini sesuai dengan data yang di dapatkan melalui analisis termodinamika terhadap nilai

energy Gibbs yang diperoleh sebagaimana pada tabel 2. Namun terjadinya perbedaan kadar tantalum dan niobium pada masing-masing ukuran karena adanya distribusi ukuran partikel pada saat dilakukan proses pemanggangan.

**Table 1.** Komposisi BTS berdasarakan ukuran butri hasil pemanggangan

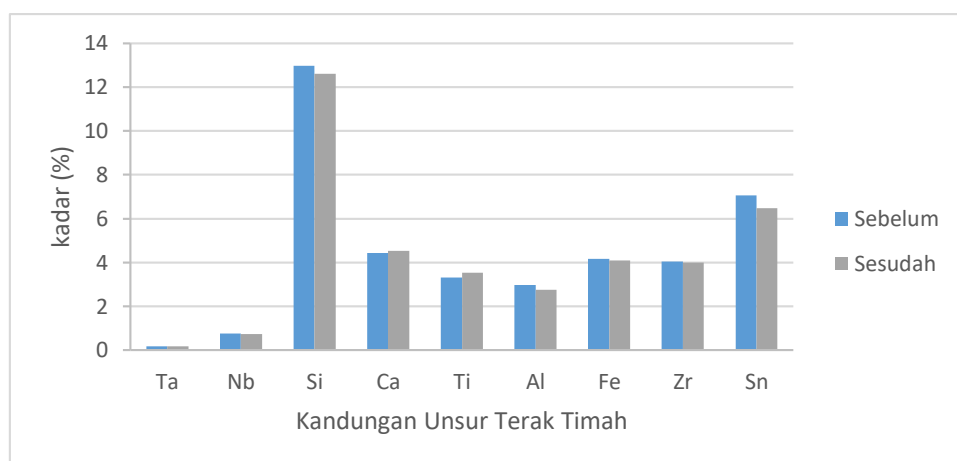
Unsur	Kandungan (%) Pada Setiap Mesh				
	+100 #	-100+150#	-150+200#	-200+250#	-250#
Ta	0,10	0,29	0,23	0,17	0,19
Nb	0,38	0,70	0,56	0,75	0,57
Si	2,57	6,30	4,68	12,89	4,75
Ca	-	0,86	0,03	4,42	-
Ti	0,96	2,43	1,82	3,32	1,78
Al	-	0,46	0,24	2,96	-
Fe	1,29	2,58	2,01	4,17	1,97
Zr	4,72	1,92	1,52	4,05	1,55
Sn	2,24	3,21	2,63	7,05	2,93
Oksida minor	89,98	84,64	88,91	67,27	89,19

**Tabel 2.** Analisis Termodinamika Terak Timah (Gibbs Energy)

No.	Reaksi	$\Delta G_{900^\circ\text{C}}$ (kcal) (kcal)
1	$\text{Ta}_2\text{O}_5 \rightleftharpoons 2\text{Ta} + 2.5\text{O}_{2(\text{g})}$	366.495
2	$\text{Nb}_2\text{O}_5 \rightleftharpoons 2\text{Nb} + 2.5\text{O}_{2(\text{g})}$	332.331
3	$\text{SiO}_2 \rightleftharpoons \text{Si} + \text{O}_{2(\text{g})}$	167.381
4	$2\text{CaO} \rightleftharpoons 2\text{Ca} + \text{O}_{2(\text{g})}$	244.626
5	$\text{TiO}_2 \rightleftharpoons \text{Ti} + \text{O}_{2(\text{g})}$	174.982
6	$\text{Al}_2\text{O}_3 \rightleftharpoons 2\text{Al} + 1.5\text{O}_{2(\text{g})}$	311.560
7	$\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightleftharpoons 2\text{Fe} + 1.5\text{O}_{2(\text{g})}$	123.395
8	$\text{ZrO}_2 \rightleftharpoons \text{Zr} + \text{O}_{2(\text{g})}$	209.741

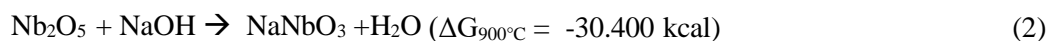
Selanjutnya hasil penelitian kami sebelumnya [13]. menunjukkan bahwa hasil pemanggangan dan pendinginan cepat menghasilkan perenggangan butir sehingga luas permukaan kontak semakin besar. Selain itu, proses ini juga mengakibatkan pengecilan ukuran butir yang di sebabkan oleh *thermal stress* dan proses aglomerisasi pada terak timah yang diakibatkan oleh reaksi antara oksida pada temperature tinggi selama proses pemanggangan sebagaimana di jelaskan oleh J. Kriswanto dan J. Chang [15], [16].

### Pengaruh Pelindian Basa NaOH

**Gambar 2.** Pengaruh pelindian terak timah terhadap NaOH 8 M

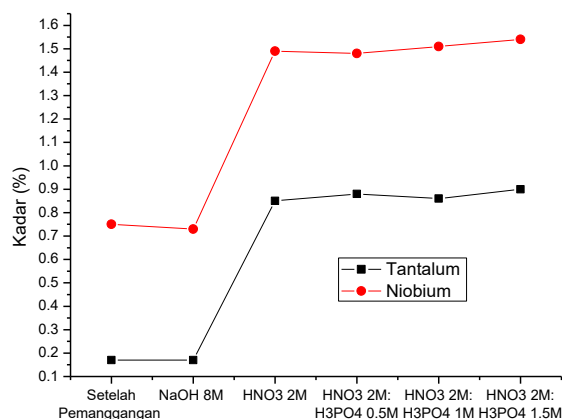
Proses pelindian basa dilakukan menggunakan pelarut NaOH 8M selama 2 jam pada suhu ruang dan tekanan atmosferic terhadap terak timah hasil pemanggangan. Gambar 2 menunjukkan bahwa proses pelindian basa mengakibatkan adanya penurunan kadar yang sangat kecil yaitu dari 0,75% menjadi 0,73%, namun tantalum tidak mengalami perubahan kadar. Penurunan kadar

pada niobium dijelaskan oleh C. Subramanian dan A.K Suri bahwa solubilitas niobium dan tantalum dalam pelarut basa sangat kecil [17]. Selain itu adanya peningkatan unsur lain karena disebabkan oleh pelarutan unsur dominan seperti Si, Al, Fe dan Sn sebagaimana di jelaskan oleh Gaballah,dkk [18].

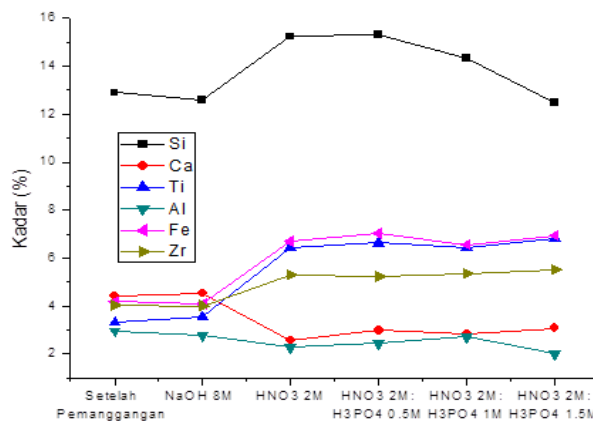


### Pengaruh Pelindian Asam Nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) dan Asam Fosfat ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ )

Pelindian asam dilakukan menggunakan terak timah dari residu hasil pelindian basa NaOH, kemudian dilindi dengan pelarut  $\text{HNO}_3$  2M dan variasi konsentrasi campuran  $\text{HNO}_3$ :  $\text{H}_3\text{PO}_4$  selama 2 jam pada suhu dan tekanan atmosferik. Gambar 3 menunjukkan bahwa kadar tantalum dan niobium mengalami peningkatan saat pelindian dengan pelarut  $\text{HNO}_3$  dan seiring dengan peningkatan konsentrasi pelarut  $\text{H}_3\text{PO}_4$ . Hal ini disebabkan oleh penurunan kadar Ca dari 4,53% menjadi 2,57% pada saat pelindian dengan  $\text{HNO}_3$ ,



sedangkan pada pelindian dengan pelarut campuran  $\text{HNO}_3$ : $\text{H}_3\text{PO}_4$  mengakibatkan penurunan Si pada setiap peningkatan konsentrasi  $\text{H}_3\text{PO}_4$ . Pelarutan unsur pengotor seperti Si, Ca, dan Al disebabkan oleh adanya ion  $\text{H}^+$  yang dihasilkan oleh disosiasi ion  $\text{HNO}_3$  dan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  yang meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi  $\text{H}_3\text{PO}_4$ . Sehingga jumlah ion yang semakin banyak dalam larutan pelindi dapat melarutkan ion pengotor lebih baik [19].



**Gambar 3.** Pengaruh Pelindian terhadap variasi konsentrasi  $\text{HNO}_3$ : $\text{H}_3\text{PO}_4$

### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian terhadap pengaruh pemanggangan, pelindian basa maupun pelindian asam dapat disimpulkan bahwa proses pemanggangan terhadap terak timah tidak mengalami dekomposisi thermal, namun mengakibatkan morfologi terak timah menjadi semakin renggang antar partikel sehingga memudahkan reaksi reagen selama proses pelindian. Sedangkan proses pelindian dengan basa NaOH konsentrasi 8M dapat menurunkan kadar oksida mayor seperti Si, Al, Fe, Zr, dan Sn sesuai dengan energy Gibbs yang dihasilkan.

Selain itu, proses pelindian menggunakan campuran asam dan basa dapat meningkatkan kadar tantalum dan niobium secara signifikan seiring dengan peningkatan konsentrasi asam fosfat ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ).

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih saya ucapkan kepada LP2S Universitas Muslim Indonesia atas dukungan pembiayaan penelitian dan Fakultas Teknologi Industri atas dukungan fasilitas laboratorium selama proses penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. On and A. F. O. R. The, "Eu critical raw materials profiles," 2015.
- [2] M. S. P. REFRAM, "Niobium and tantalum," no. 688993.
- [3] C. K. Gupta, *Chemical Metallurgy Principles and Practice*. 2003.
- [4] E. Allain, A. X-ray, and U. States, "A Possible Method for the Characterization of Amorphous Slags Recovery of Refractory Metal Oxides from Tin Slags," vol. 23, no. June, pp. 249–259, 1992.
- [5] H. F. Putra and N. S. Aryanti, "Upgrading tantalum and niobium oxides content in Bangka tin slag with double leaching Upgrading tantalum and niobium oxides content in Bangka tin slag with double leaching," 2018.
- [6] R. A. Majid, A. Rustandi, and S. Permana, "Simulation of Tantalum and Niobium Pentoxides Extraction from Bangka Tin Slag Waste," vol. 24, no. 1, pp. 767–772, 2018.
- [7] E. Allain, N. Kanari, F. Diot, and J. Yvon, "Development of a process for the concentration of the strategic tantalum and niobium oxides from tin slags," *Miner. Eng.*, vol. 134, no. January, pp. 97–103, 2019.
- [8] J. W. Soedarsono and S. Permana, "Other Oxides Pre-removed from Bangka Tin Slag to Produce a High Grade Tantalum and Niobium Oxides Concentrate Other Oxides Pre-removed from Bangka Tin Slag to Produce a High Grade Tantalum and Niobium Oxides Concentrate," 2016.
- [9] W. Kartika, R. A. Majid, and D. Navanti, "Studi Pemanfaatan Limbah Terak Timah 2 Bangka Sebagai Sumber Sekunder Unsur Skandium," vol. 19, no. 1, pp. 8–17, 2019.
- [10] S. Permana, A. Maksum, and J. Wahyuadi, "Enrichment On Bangka Tin Slag ' S Tantalum And Niobium Oxide Contents Through Non-Fluoride Process," no. January 2019, 2018.
- [11] "A. Suharyanto, E. Sulistiyono, and F. Firdiyono, 'Pelarutan Terak Timah Bangka Menggunakan Larutan NaOH,' vol. 15314, 2014 .," vol. 15314, p. 15314, 2014.
- [12] S. F. Vincia, S. Permana, A. Maksum, and J. W. Soedarsono, "Study to Enhance Tantalum and Niobium Contents in Bangka Tin Slag by NaOH and HClO<sub>4</sub> Leaching Study to Enhance Tantalum and Niobium Contents in Bangka Tin Slag by NaOH and HClO<sub>4</sub> Leaching," 2019.
- [13] H. F. Akli, S. Permana, A. Maksum, and J. W. Soedarsono, "Enrichment of Tantalum and Niobium Contents in Bangka Tin Slag by NaOH and H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> Leaching Enrichment of Tantalum and Niobium Contents in Bangka Tin Slag by NaOH and H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> Leaching," 2019.
- [14] P. Harcourt, E. S. Science, V. Schools, and M. Board, "Extraction of Niobium from Tin Slag," vol. 4, no. 11, pp. 1–7, 2014.
- [15] "J. Kriswanto, 'Studi Pengaruh Pemangangan Pada 700 oC dan Variasi Konsentrasi Larutan NaOH dan HCl Pada Proses Pelindian Terhadap Peningkatan Kadar Tantalum dan Niobium Oksida dalam Terak Timah,' DTMM Universitas Indonesia, 2015," p. 2015, 2015.
- [16] "J. Chang, L. Zhang, C. Yang, Q. Ye, J. Chen, J. Peng, C. Srinivasakannan, and W. Li," Kinetics of microwave roasting of zinc slag oxidation dust with concentrated sulfuric acid and water leaching," *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, vol. 97, pp. 75 – 83, Nov. 2015," vol. 97, p. 2015, 2015.
- [17] C. Subramanian, A. K. Suri, and B. Atomic, "Recovery of niobium and tantalum from low grade tin slag - A hydrometallurgical approach," pp. 100–107, 1998.
- [18] "Allain, E., X- ray, A. and States, U. (1992) 'A Possible Method for the

Characterization of Amorphous Slags Recovery of Refractory Metal Oxides from Tin Slags', 23(June), pp. 249– 259.," vol. 23, p. 1992, 1992.

- [19] T. Pentoksida, T. Timah, and D. U. Indonesia, "A. Fadli, 'Pengaruh Konsentrasi Larutan Asam Nitrat sebagai Larutan Lindi terhadap Peningkatan Kadar Tantalum Pentoksida dan Niobium Pentoksida dalam Terak Timah I,' DTMM Universitas. Indonesia, 2017," p. 2017, 2017.