

**KAJIAN TEMBIKAR ARKEOLOGI TANAH LIAT DI BUKIT TENGKORAK,  
SEMPORNA, SABAH DENGAN MENGGUNAKAN  
TEKNIK PENDAFLOURAN SINAR-X**

**NUR SYAIRAH BT MOHD SHAHIRUDDIN**

**PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**DISERTASI INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN  
DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA SAINS  
DENGAN KEPUJIAN**

**PROGRAM FIZIK DENGAN ELEKTRONIK  
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**April 2008**

## UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: KAJIAN TEMBIKAR TANAH LIAT DI BUKIT TENGGORAK,  
SEMPORNA, SABAH DENGAN MENGGUNAKAN TEKNIK PENDAFLOURAN SINAU-X

IJAZAH: SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUIJIAN

SAYA NUR SYIRAH BT SHAHRUDDIN SESI PENGAJIAN: 2005 / 2006  
 (HURUF BESAR)

mengaku membenarkan tesis (LPSM/Sarjana/Doktor Falsafah) ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:-

1. Tesis adalah hak milik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. Sila tandakan (/)

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau Kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

Disahkan Oleh

NURULAIN BINTI ISMAIL\*

LIBRARIAN

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN UNIVERSITI MALAYSIA SABAH)

(TANDATANGAN PENULIS)

Alamat Tetap: LOT 422 JALAN BULU  
MASJID, 18000 KUALA KRAI  
KELANTAN

Prof. DR. FAUZIAH BT HJ ABDUL AZIZ

Nama Penyelia

Tarikh: 8/5/08Tarikh: 08/5/08

CATATAN:- \*Potong yang tidak berkenaan.

\*\*Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa /organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

@Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan atau disertai bagi pengajian secara kerja kursus dan Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



## PENGAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya.

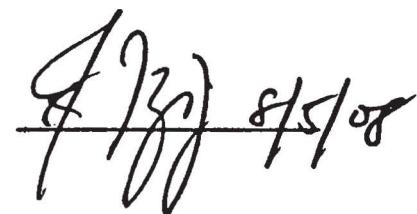
4 April 2008

---

NUR SYAIRAH BT MOHD SHAHIRUDDIN  
HS2005-1752

**DIPERAKUI OLEH****TANDATANGAN****1. PEYELIA**

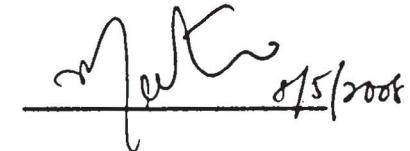
(PROF. DR. FAUZIAH BINTI HJ ABDUL AZIZ)

  
\_\_\_\_\_  
8/5/08**2. PEMERIKSA 1**

(PROF. MADYA DR. ABDULLAH CHIK)

  
\_\_\_\_\_  
Abdullah Chik**3. PEMERIKSA 2**

(PUAN TEH MEE TENG)

  
\_\_\_\_\_  
8/5/2008**4. DEKAN**(SUPT/KS PROF. MADYA DR. SHARIFF  
A.KADIR S.OMANG)  
\_\_\_\_\_  
Shariifah Kadir

## PENGHARGAAN

Bismillahirrahmanni Rahim

Syukur ke hadrat Ilahi dengan izin dan limpah kurniaNya, penulisan disertasi ini dapat disiapkan dalam masa yang telah ditetapkan. Dengan ini saya ingin merakamkan jutaan terima kasih yang tidak terhingga kepada peyelia saya iaitu Prof. Dr. Fauziah Binti Haji Abdul Aziz yang telah banyak memberi tunjuk ajar, dorongan, nasihat dan bantuan kepada saya dalam pelaksanaan dan penulisan disertasi ini.

Saya tujukan usaha saya dalam menyiapkan disertasi ini kepada kedua ibu-bapa saya iaitu Puan Zubaidah Binti Hj Husin dan Encik Mohd Shahiruddin Bin Mohd Aman yang telah banyak berusaha tanpa mengenal erti penat dan lelah dalam memberi sokongan. Setinggi-tinggi penghargaan kepada Dr. Hamzah Mohamad, iaitu selaku pensyarah di Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi di atas baik budi bicara telah memberi tunjuk ajar dan bantuan kepada saya.

Sekalung penghargaan yang tidak terhingga kepada Encik Noor Akhmar Bin Kamarudin, selaku Pegawai KimiaBumi di atas sokongan dan keizinan beliau membenarkan saya menjalankan kajian disertasi saya di Jabatan Mineral dan Geosains Malaysia, Perak. Beliau banyak memberi tunjuk ajar, nasihat, bantuan dan panduan semasa menjalankan sesi makmal di Makmal Spektrometer Pendaflour Sinar-X. Ucapan terima kasih kepada Encik Peter Molijol, sebagai Ketua Jabatan Arkeologi Muzium Sabah kerana telah memberi kebenaran kepada saya untuk meminjam serpihan tembikar untuk dijadikan sebagai sampel dalam kajian disertasi saya.

Tidak lupa juga kepada rakan-rakan seperjuangan yang telah banyak memberi idea dan sokongan dalam menyiapkan disertasi ini, terima kasih saya ucapkan. Sekian, terima kasih.

## ABSTRAK

Satu sampel tembikar dari temuan arkeologi yang dijumpai di Bukit Tengkorak, Semporna, Sabah yang berusia lebih kurang 4000 tahun, dari zaman Neolitik telah dikaji dengan menggunakan teknik pendaflouran sinar-X serakan panjang gelombang telah diterapkan dalam kajian ini. Kajian ini bertujuan untuk mengenalpasti unsur-unsur yang terkandung dalam serpihan tembikar tanah liat. Analisis kualitatif tanpa kehadiran piawai-piawai seramik telah dijalankan untuk mengenalpasti unsur-unsur yang terkandung dalam sampel tembikar. Bagi analisis kuantitatif pula, sebanyak 10 unsur oksida iaitu ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{NiO}$ ,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ,  $\text{ZnO}$  dan  $\text{As}_2\text{O}_5$ ) telah dipilih bagi analisis kandungan peratus kepekatan elemen oksida dalam sampel kajian. Analisis kualitatif dan kuantitatif yang diperoleh daripada ujikaji, menunjukkan bahawa bahawa serpihan tembikar dari Bukit Tengkorak, Semporna, Sabah terdiri daripada kandungan peratus kepekatan silika (Si) dan aluminium (Al) yang tinggi iaitu masing-masing sebanyak 54.32 % dan 13.98 %. Daripada hasil kajian, dapat dibuat perbandingan dengan temuan arkeologi (tembikar) yang ditemui di Xigongqiao, China dari zaman Neolitik dan dipercayai bahawa wujudnya perdagangan yang aktif di rantau ini kerana terdapat persamaan kewujudan unsur tembikar yang dijumpai di Bukit Tengkorak, Semporna, Sabah dengan temuan arkeologi (tembikar) di Xigongqiao, China.



## ABSTRACT

One archeology artifact from Bukit Tengkorak, Semporna, Sabah aged approximately 4000 years old to Neolithic periods were studied by using wavelength dispersive X-ray fluorescence (WDXRF) spectrometry. The purposes of this study were to detect element and determine each of the elemental concentration that comprised in the pottery sherd. For analysis quantitative, as much as 10 oxide element were chosen are  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{NiO}$ ,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ,  $\text{ZnO}$  and  $\text{As}_2\text{O}_5$  as percentage elemental concentration analysis in pottery sherd. Qualitative and quantitative analysis were gained from this study showed that pottery sherd from Bukit Tengkorak, Semporna, Sabah have higher concentration of silicon (Si) and aluminium (Al) that contained 54.32 % and 13.28 % respectively. By comparison with archeology finding (pottery) from Xigongqiao, China to Neolithic periods and we believed that the active commerce were existed at this area. This is because the presented elemental archeology fact from Bukit Tengkorak are same with archeology finding (pottery) from Xigongqiao, China.

## ABSTRACT

One archeology artifact from Bukit Tengkorak, Semporna, Sabah aged approximately 4000 years old to Neolithic periods were studied by using wavelength dispersive X-ray fluorescence (WDXRF) spectrometry. The purposes of this study were to detect element and determine each of the elemental concentration that comprised in the pottery sherd. For analysis quantitative, as much as 10 oxide element were chosen are  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{NiO}$ ,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ,  $\text{ZnO}$  and  $\text{As}_2\text{O}_5$  as percentage elemental concentration analysis in pottery sherd. Qualitative and quantitative analysis were gained from this study showed that pottery sherd from Bukit Tengkorak, Semporna, Sabah have higher concentration of silicon (Si) and aluminium (Al) that contained 54.32 % and 13.28 % respectively. By comparison with archeology finding (pottery) from Xigongqiao, China to Neolithic periods and we believed that the active commerce were existed at this area. This is because the presented elemental archeology fact from Bukit Tengkorak are same with archeology finding (pottery) from Xigongqiao, China.

## SENARAI KANDUNGAN

Muka Surat

---

<b>PENGAKUAN</b>	ii
<b>PENGESAHAN</b>	iii
<b>PENGHARGAAN</b>	iv
<b>ABSTRAK</b>	v
<b>ABSTRACT</b>	vi
<b>SENARAI KANDUNGAN</b>	vii
<b>SENARAI JADUAL</b>	x
<b>SENARAI RAJAH</b>	xi
<b>SENARAI GAMBARFOTO</b>	xiii
<b>SENARAI SIMBOL</b>	xiv

### **BAB 1 PENDAHULUAN**

1.1 Pengenalan	1
1.2 Tujuan kajian	4
1.3 Objektif kajian	4
1.4 Hipotesis kajian	5
1.5 Lokasi temuan artifak	5
1.5.1 Bukit Tengkorak	5
1.6 Skop kajian	8

### **BAB 2 ULASAN LITERATUR**

2.1 Tembikar bahan arkeologi	10
------------------------------	----

<b>2.2</b>	<b>Unsur-unsur asas tanah liat</b>	<b>12</b>
<b>2.2.1</b>	<b>Ciri-ciri tanah liat</b>	<b>12</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Jenis tanah liat</b>	<b>13</b>
<b>2.3</b>	<b>Sinar-X</b>	<b>13</b>
<b>2.3.1</b>	<b>Sejarah penemuan sinar-X</b>	<b>15</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Penghasilan sinar-X dalam tiub sinar-X</b>	<b>16</b>
<b>2.3.3</b>	<b>Fenomena sinar-X</b>	<b>17</b>
<b>2.4</b>	<b>Spektrum sinar-X</b>	<b>22</b>
<b>2.4.1</b>	<b>Spektrum sinar-X selanjar</b>	<b>22</b>
<b>2.4.2</b>	<b>Spektrum sinar-X cirian</b>	<b>24</b>
<b>2.5</b>	<b>Kejadian sinar-X pendaflour</b>	<b>25</b>
<b>2.6</b>	<b>Sifat-sifat sinar-X</b>	<b>27</b>
<b>2.7</b>	<b>Interaksi antara sinar-X dengan jirim</b>	<b>29</b>
<b>2.7.1</b>	<b>Pembelauan sinar-X</b>	<b>29</b>
<b>2.7.2</b>	<b>Serakan Compton</b>	<b>30</b>
<b>2.7.3</b>	<b>Kesan fotoelektrik</b>	<b>32</b>

### **BAB 3 METODOLOGI**

<b>3.1</b>	<b>Pengenalan</b>	<b>34</b>
<b>3.2</b>	<b>Kegunaan spektrometer pendaflouran sinar-X</b>	<b>37</b>
<b>3.2.1</b>	<b>Kelebihan teknik pendaflouran sinar-X</b>	<b>37</b>
<b>3.3</b>	<b>Sistem spektrometer pendaflouran sinar-X</b>	<b>38</b>
<b>3.4</b>	<b>Susunan komponen penting dalam spektrometer pendaflouran sinar-X</b>	<b>40</b>

<b>3.5 Fungsi-fungsi asas komponen dalam spektrometer pendaflouran sinar-X</b>	<b>41</b>
<b>3.5.1 Tiub sinar-X</b>	<b>41</b>
<b>3.5.2 Kolimator</b>	<b>42</b>
<b>3.5.3 Goniometer</b>	<b>43</b>
<b>3.5.4 Pengesan</b>	<b>43</b>
<b>3.5.5 Amplifier dan preamplifier</b>	<b>43</b>
<b>3.5.6 Penganalisis saluran</b>	<b>44</b>
<b>3.5.7 Komputer terminal</b>	<b>44</b>
<b>3.6 Kaedah penyediaan sampel</b>	<b>44</b>
<b>3.7 Pengoperasian alat spektrometer WDXRF.</b>	<b>47</b>

#### **BAB 4 KEPUTUSAN DATA DAN PERBINCANGAN**

<b>4.1 Pengenalan</b>	<b>49</b>
<b>4.2 Analisis kualitatif palet sampel</b>	<b>49</b>
<b>4.3 Analisis kuantitatif palet sampel</b>	<b>54</b>
<b>4.4 Analisis kuantitatif data piawai</b>	<b>59</b>
<b>4.5 Analisis data sampel</b>	<b>63</b>

#### **BAB 5 KESIMPULAN DAN CADANGAN**

<b>5.1 Pengenalan</b>	<b>72</b>
<b>5.2 Kesimpulan</b>	<b>73</b>
<b>5.3 Masalah dan Cadangan</b>	<b>74</b>

## SENARAI JADUAL

No. Jadual	Muka Surat
2.1 Panjang gelombang bagi spektrum elektromagnet	15
2.2 Panjang elektron dari satu petala ke petala yang lain untuk mengisi kekosongan yang wujud akibat perlanggaran elektron dengan atom sasaran dan nilai tenaga sinar-X cirian bagi setiap petala dalam suatu atom.	26
2.3 Sifat-sifat sinar-X	28
3.1 Ciri-ciri spektrometer pendaflour sinar-X panjang gelombang (WDXRF model PHILIPS PW 1480).	35
4.1 Keputusan analisis kuantitatif tembikar tanah liat dari Bukit Tengkorak,Semporna.	56
4.2 Senarai unsur- unsur major, minor dan surih dalam palet sampel tembikar tanah liat dari Bukit Tengkorak, Semporna.	57
4.3 Lingkungan kepekatan dalam unit peratus bagi piawai- piawai seramik.	60
4.4 Analisis piawai-piawai seramik(kepekatan jangkaaan) yang digunakan untuk graf kalibrasi piawai.	62
4.5 Analisis kuantitatif tembikar tanah liat dari Zaman Neolitik yang ditemui di Xigongqiao, China yang diambil untuk membuat perbandingan berdasarkan jurnal.	66
4.6 Perbandingan analisis kuantitatif antara palet sampel dari Bukit Tengkorak, Semporna dengan hasil analisis kuantitatif tembikar yang ditemui di Xigongqiao, China yang diambil dari zaman Neolitik.	67



## SENARAI RAJAH

No. Rajah	Muka Surat
2.1 Frekuensi dan panjang gelombang sinaran elektromagnet	14
2.2 Berlaku pengujaan elektron di petala K dengan penghasilan sinar-X	17
2.3 Elektron dari petala M dan L melompat turun ke petala K dengan menghasilkan sinar-X $K_{\alpha}$ dan $K_{\beta}$	18
2.4 Elektron dari petala M dan N melompat turun ke petala L dengan menghasilkan sinar-X $L_{\alpha}$ dan $L_{\beta}$	19
2.5 Elektron auger terhasil akibat daripada perpindahan elektron dari satu petala ke petala yang lain	20
2.6 Spektrum garis cirian $K_{\alpha}$ dan $K_{\beta}$ yang terhasil apabila elektron dari petala L dan petala M mengisi kekosongan pada petala K.	24
2.7 Taburan spektrum sinar-x ialah satu graf yang menunjukkan perubahan keamatan sinar-x dengan panjang gelombang.	25
2.8 Penghasilan sinar-X pendaflour terhasil apabila elektron dari petala L melompat turun ke petala K.	27
2.9 Serakan Bragg sinar-X dari hablur atom	30
2.10 Serakan Compton foton oleh elektron	31
2.11 Proses serapan fotoelektik	33
3.1 Gambarajah skematik WDXRF	38
3.2 Susunan spektrometer pendaflour sinar-X pada bahagian pertama dan kedua	40



4.1	Spektrum puncak yang dihasilkan semasa analisis kualitatif dengan menggunakan teknik pendaflouran sinar-X.	51
4.2	Spektrum puncak yang dihasilkan semasa analisis kualitatif dengan menggunakan teknik pendaflouran sinar-X.	52
4.3	Carta pai bagi menunjukkan keputusan analisis secara kuantitatif (kepekatan komposisi kimia) yang terkandung dalam tembikar tanah liat.	58
4.4	Perbandingan peratus kepekatan $\text{SiO}_2$ antara sampel dari Bukit Tengkorak, dengan sampel yang ditemui di Xigongqiao, China dari zaman Neolitik.	68
4.4	Perbandingan peratus kepekatan $\text{Al}_2\text{O}_3$ antara sampel dari Bukit Tengkorak, dengan sampel yang ditemui di Xigongqiao, China dari zaman Neolitik.	68
4.5	Perbandingan peratus kepekatan $\text{Fe}_2\text{O}_3$ antara sampel dari Bukit Tengkorak, dengan sampel yang ditemui di Xigongqiao, China dari zaman Neolitik.	69
4.6	Perbandingan peratus kepekatan $\text{CaO}$ antara sampel dari Bukit Tengkorak, dengan sampel yang ditemui di Xigongqiao, China dari zaman Neolitik.	69
4.7	Perbandingan peratus kepekatan $\text{Na}_2\text{O}$ antara sampel dari Bukit Tengkorak, dengan sampel yang ditemui di Xigongqiao, China dari zaman Neolitik.	70
4.8	Perbandingan peratus kepekatan $\text{MnO}$ antara sampel dari Bukit Tengkorak, dengan sampel yang ditemui di Xigongqiao, China dari zaman Neolitik.	70
4.9	Perbandingan peratus kepekatan $\text{K}_2\text{O}$ antara sampel dari Bukit Tengkorak, dengan sampel yang ditemui di Xigongqiao, China dari zaman Neolitik.	71
5.0	Perbandingan peratus kepekatan $\text{MgO}$ antara sampel dari Bukit Tengkorak, dengan sampel yang ditemui di Xigongqiao, China dari zaman Neolitik.	71

## **SENARAI GAMBARFOTO**

<b>No. Gambarfoto</b>	<b>Muka Surat</b>
1.1 Serpihan tembikar tanah liat dari Bukit Tengkorak, Semporna.	8
3.1 Spektrometer pendaflouran sinar-X	36
3.2 Tempat peletakan palet tekan untuk dianalisis	36
3.3 ‘ <i>Wing press</i> ’ yang digunakan untuk membentuk palet tekan yang terdapat di Jabatan Mineral dan Geosains Malaysia, Perak.	46
3.4: ‘ <i>Griding machine</i> ’ yang digunakan untuk menghancurkan serpihan tembikar menjadi bentuk serbuk.	46



## SENARAI SIMBOL

e	cas elektron
$E_M$	tenaga elektron pada petala M
$E_L$	tenaga elektron pada petala L
h	pemalar Planck
$E_{\text{maks}}$	tenaga maksimum foton sinar-X
v	halaju foton
$\lambda_{\text{min}}$	jarak gelombang minimum
$v_o$	halaju electron
$\lambda$	panjang gelombang
$K_\beta$	garis spektrum yang terhasil akibat daripada peralihan elektron dari petala M ke petala K
$K_\alpha$	garis spektrum yang terhasil akibat daripada peralihan elektron dari petala L ke petala K
m	nombor kuantum magnet
B	tenaga pengikat elektron yang terikat pada satu orbit atom
$m_e$	jisim elektron



## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Pengenalan

Arkeologi boleh didefinisikan sebagai kajian masa lampau yang merangkumi satu bidang pengajian tentang sejarah kemanusiaan, kebudayaan aktiviti manusia pada masa lampau melalui kewujudan bahan-bahan peninggalan zaman purba. Disamping itu, peranan yang dimainkan oleh bidang sains dalam kajian arkeologi serta penemuan usia tapak arkeologi juga akan memberikan pengetahuan yang baru kepada kita semua tentang sejarah kehidupan masyarakat zaman kuno. (Spoto, 2003)

Tembikar tanah liat merupakan barang artifak yang digunakan oleh masyarakat zaman purba dan dijadikan sebagai tempat untuk menyimpan air, barang-barang makanan samada dalam bentuk cecair mahupun pepejal. Selain itu, tembikar juga dijadikan sebagai tempat untuk membakar kemrian dan juga menyimpan abu-abu mayat yang telah dibakar. (Spoto, 2003)

Sinar-X merupakan salah satu daripada sinaran elektromagnet. Sinar-X mempunyai bentuk yang sama dengan sinar cahaya biasa, inframerah dan gelombang radio tetapi mempunyai perbezaan dari segi panjang gelombang dan amplitud di antara satu sama lain. Sinar-X mempunyai panjang gelombang yang berukuran  $10^{-7}$  hingga  $10^9$ . Wilhelm Conrad Rontgen iaitu seorang Profesor Fizik berbangsa Jerman yang bertugas di Universiti Wurzburg telah menemui sinar-X pada 8hb November 1895. Beliau yang lahir pada 25 Mac 1845 merupakan orang pertama yang mula-mula menemui sinar-X dan mendapati bahawa sinar ini berkebolehan menghasilkan imej di atas filem fotografi setelah menembusi logam, tisu dan pakaian (Harold dan Leroy, 1954).

Berdasarkan kajiannya, Roentgen mendapati hablur garam barium platinosianida bersinar apabila diletakkan berdekatan dengan tiub sinar katod yang ditutup. Seterusnya beliau juga mendapati plat foto yang ditutup menjadi hitam apabila diletakkan berdekatan dengan sinar katod. Daripada kajiannya, beliau membuat kesimpulan bahawa sinar-X tidak boleh dilihat, bergerak dalam garis lurus dan mempunyai daya penembusan yang tinggi. Lebih kurang setahun selepas penemuan sinar-X, Roentgen telah memperkenalkan radiografi di Malaysia pada 3 Februari 1897. Penggunaan sinar-X telah diperluaskan meliputi berbagai-bagai aspek dari segi perubatan, industri dan astronomi sejajar dengan peredaran masa sekarang yang menjurus ke arah teknologi.

Proses penghasilan sinar-X mempunyai beberapa teknik. Teknik-teknik sinar-X ini berasaskan sifat-sifat sinar-X iaitu penyerapan sinar-X, pembelauan sinar-X, pendaflouran sinar-X dan penyerakan sinar-X. Spektrometer pendaflour sinar-X merupakan alat yang digunakan bagi menganalisis unsur dalam penyelidikan arkeologi sejak tahun 1960 an. (Spoto, 1965) Teknik pendaflouran sinar-X atau *X-ray Flourescence* (XRF) merupakan teknik instrumentasi analisis tanpa memusnah (John Wiley, 1995) yang berkebolehan dalam mengenalpasti komposisi unsur-unsur yang terkandung dalam sesuatu pepejal, serbuk, cecair dan dapat menentukan kepekatan bagi setiap unsur yang telah dikenalpasti. Alat ini digunakan secara meluas dalam bidang industri bagi menganalisis unsur atau elemen dalam dua bentuk pengukuran iaitu secara kualitatif dan kuantitatif.

Selain itu, teknik pendaflouran sinar-X mempunyai kelebihannya tersendiri iaitu merupakan salah satu teknik instrumentasi tidak memusnah, (John Wiley, 1995) mempunyai kepekaan yang tinggi dalam mengesan unsur-unsur yang terdapat dalam sesuatu sampel kajian, cepat dan kos yang diperlukan adalah agak rendah. Tambahan pula, ia memberikan had pengesanan yang seragam merentasi sebahagian besar jadual berkala dan boleh diaplikasi kepada julat kepekatan daripada 100% ( kepekatan) hingga ke beberapa *parts per million* (ppm).

Penggunaan teknik *XRF* telah banyak diaplikasi dalam bidang ekologi, geologi, mineralogi, industri bahan api, pertanian, arkeologi dan industri pemakanan. Antaranya ialah penganalisisan secara kualitatif dan kuantitatif dalam logam, mineral dan batu,

mengesan bahan beracun dalam bahan makanan dan menentukan kepekatan logam yang berharga dalam barang kemas. ( Gerald dan Fernand, 1994)

## **1.2 Tujuan kajian**

Tujuan kajian ini adalah untuk mengenalpasti unsur-unsur yang wujud dalam tembikar dan menentukan kepekatan elemen oksida yang terkandung dalam tembikar tanah liat serta sekaligus mempelajari teknik pendaflouran sinar-X yang dapat mengesan unsur-unsur yang terkandung dalam tembikar tanah liat yang dijadikan sebagai sampel kajian.

## **1.3 Objektif kajian**

- a) Objektif kajian ini adalah untuk mengenalpasti unsur-unsur yang wujud dalam tembikar tanah liat yang diekskavasi dari lokasi kajian melalui analisis secara kualitatif
- b) Menentukan kepekatan elemen oksida yang terkandung dalam tembikar tanah liat di Bukit Tengkorak,Semporna dari zaman Neolitik dengan menggunakan panjang gelombang spektrometer pendaflour sinar-X.(*Wavelength Dispersive X-Ray Spectrometer*).
- c) Melalui penentuan kepekatan elemen oksida yang terkandung dalam sampel yang dikaji, sejarah tembikar tanah liat dapat dikaji dengan kewujudan persamaan elemen oksida yang telah dikenalpasti pada satu era yang sama iaitu pada zaman Neolitik.

## 1.4 Hipotesis kajian

Hipotesis kajian ini adalah komposisi dan kepekatan unsur-unsur dalam sampel tembikar tanah liat(palet) dapat memberikan gambaran kebarangkalian usia dan lokasi tapak asal tembikar itu dibuat, iaitu dijangkakan bahawa semakin meningkat usia tembikar tanah liat, semakin sedikit komposisi unsur-unsur yang terkandung di dalam kandungannya.

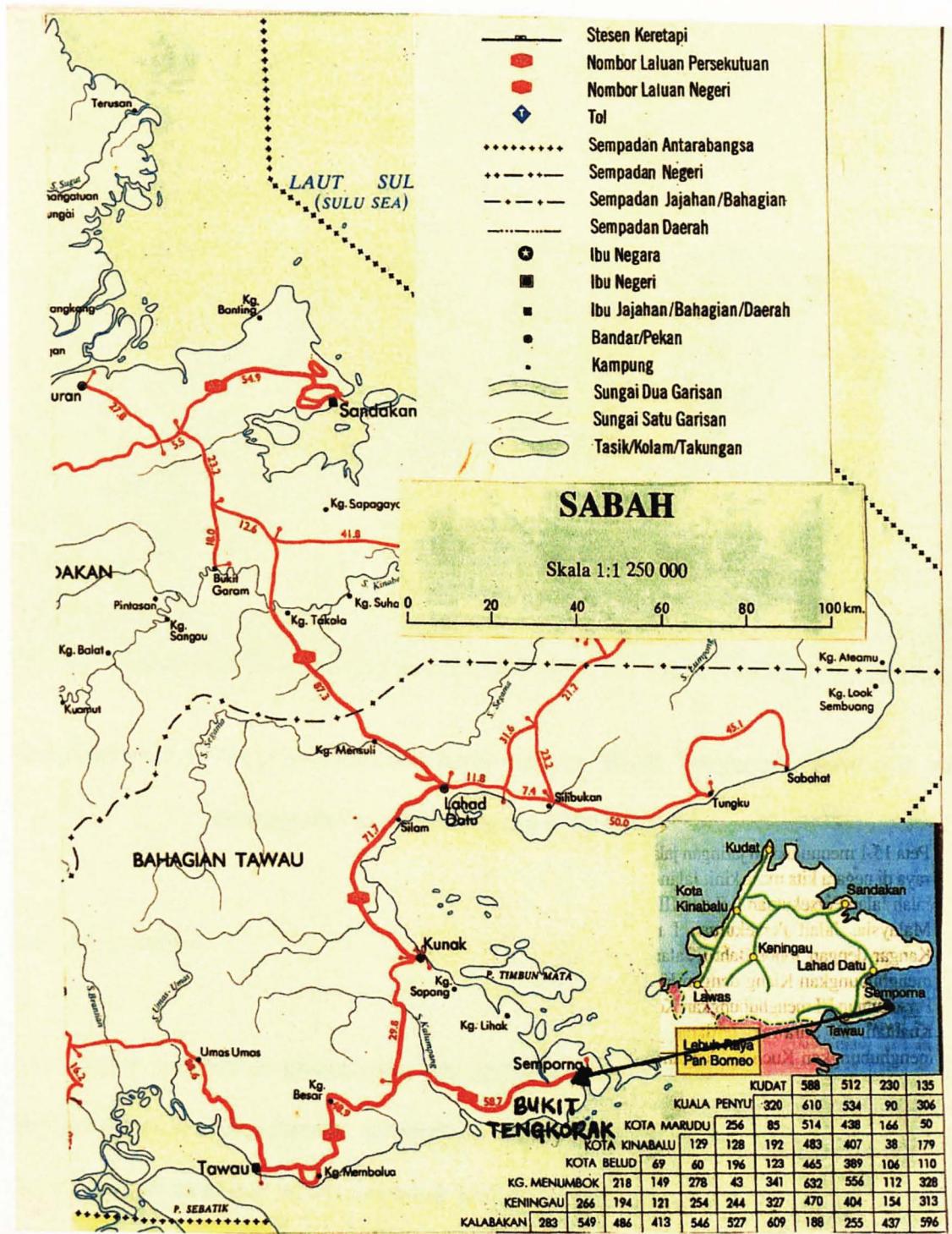
## 1.5 Lokasi temuan artifak

### 1.5.1 Bukit Tengkorak

Bukit Tengkorak di Semporna, Sabah lebih dikenali sebagai *Hood Hill*. Di dalam peta negeri Sabah(Pengarah Ukur dan Pemetaan, 2007) Bukit Tengkorak terletak lebih kurang 5 km dari bandar Semporna dan bagi penduduk tempatan pula tempat ini lebih dikenali dengan Bukit Kabungan. Bukit Tengkorak berada pada  $04^{\circ}27'20.08''$  di utara manakala  $118^{\circ}37'04.3''$  di timur (Stephen, 2003) (Peta 1.2).

Tanah liat bagi pembuatan tembikar tanah liat ini diperoleh dari Kg. Pukas yang terletak berhampiran dengan bandar Semporna(Peter Molijol,2007). Ahli-ahli arkeologi telah menjalankan beberapa siri ekskavasi di Bukit Tengkorak pada tahun 1994 dan 1995 dengan usaha sama dari Muzium Negeri Sabah dan Universiti Sains Malaysia. (Peter Molijol dan Johari Sibulley, 2007). Pada tahun 1993, satu ekskavasi telah dijalankan oleh ahli-ahli arkeologi dan mereka mendapat bahawa Bukit Tengkorak, Semporna

merupakan salah satu kawasan pembutan tembikar yang terbesar di Asia Tenggara dan terletak berdekatan dengan Laut Sulawesi yang menjadi tumpuan pedagang asing (Stephen, 2003).



Peta 1.1 : Peta Bukit Tengkorak di Semporna, Sabah.



**Gambarfoto 1.1** : Serpihan tembikar tanah liat dari Bukit Tengkorak, Semporna yang beranggaran usia lebih kurang 4000 tahun (zaman Neolitik)

### 1.6 Skop kajian

Skop kajian melibatkan penggunaan alat spektrometer pendarflour sinar-X (XRF) yang bertujuan untuk mengenalpasti unsur-unsur dan kepekatan elemen oksida yang terdapat dalam sampel tembikar tanah liat yang terdiri daripada unsur asas tanah liat itu sendiri iaitu aluminium dan silikon (Ralph, 1968)

## RUJUKAN

Bertin, E.P, 1978 . *Introduction To X-Ray Spectrometric Analysis*, Plenum Press, New York.

Christina Papachristodoulou, Artemois Oikonomou, Kostas Ionnides, Konstantina Gravani. 2006. A study of ancient pottery by means of X-ray Fluorescence Spectroscopy, Multivariate Statistics and Mineralogical Analysis. *Journal of Analytica Chimica Acta*.

D.N Papadopoulou, G.A Zachariadis, A.N. Anthemidis, N.C Tsirliganis, J.A. Stratis. 2005. Development and Optimisation of a Portable Micro-XRF Method in situ multi-element analysis of ancient ceramics. *Journal of Archaeological Science*.

Jenkins, R. dan Snyder, Robert L. 1996. *Introduction to X-Ray Powder Diffractometry*. John Wiley and Sons, Canada.

Jiping Zhu, Jie Shan, Ping Qiu, Ying Qin, Changsui Wang, Deliang He, Bo Sun, Peinua Tong, Shuangcheng Wu. 2004 The Multivariate Statistical Analysis and XRD analysis of pottery at Xiqongqiao Site. *Journal of Archaeological Science*.

Klug, Harold P. dan Alexander, Leroy E. 1974. *X-Ray Diffraction Procedures for Polycrystalline and Amorphous Materials(Second Edition)*. John Wiley and Sons, New York.

- Lachance, Gerald R. dan Claisse,Fernand. 1994. *Quantitative X-Ray Flourescence Analysis(Theory and Application)*. John Wiley and Sons, New York.
- Lowenthal, G.C dan Alrey, P.L., 2001. *Practical Applications of Radioactivity and Nuclear Radiations*, Press Syndicate of the University Of Cambridge, United Kingdom.
- Md.Rahim B. Sahar, 1993. *Pengenalan Kaji Logam Sinar-X*. Kuala Lumpur. Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Muhamad Afif Bin Ahmad Fadzil, 2007. *Pencarian Unsur dalam Temuan Arkeologi dengan Menggunakan Teknik Pendaflouran Sinar-X (XRF)*. Disertasi Sarjana Muda Sains, Universiti Malaysia Sabah. (Tidak diterbitkan)
- Muliati bt Abdullah, 2003. *Analisis Kepekatan Unsur-Unsur dalam Batu Ginjal Menggunakan Teknik Pendarfluoran Sinar-X (XRF)*. Disertasi Sarjana Muda Sains, Universiti Malaysia Sabah. (Tidak diterbitkan)
- Peter Molijol. 2007. *Perbualan Peribadi*. Ketua Jabatan Arkeologi, Muzium Negeri Sabah.
- Spoto, G, 2003. *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*. John Wiley & Sons, Catania.
- Stephen, C. 1997. *The Prehistory of Bukit Tengkorak As a Major Pottery Making Site in Southeast Asia*. Tesis Doktor Falsafah, Universiti Sains Malaysia.

Zaidi B. Embong. 1998. *Teknik Analisis Unsur Surih Dalam Sampel Sedimen Dengan Menggunakan Spektrometer Pendaflour Sinar-X Tenaga Bersasaran Sekunder, Universiti Teknologi Malaysia.*