

ANALISIS KOMPOSISI BATA PURBA DI DESA TELAGAJAYA, KOMPLEKS PERCANDIAN BATUJAYA, JAWA BARAT, INDONESIA

*(COMPOSITION ANALYSIS OF ANCIENT BRICK IN TELAGAJAYA VILLAGE,
BATUJAYA TEMPLE COMPLEX, WEST JAVA, INDONESIA)*

Muhamad Shafiq Mohd Ali & Zuliskandar Ramli

Abstrak

Desa Telagajaya merupakan salah satu kawasan desa yang terletak dalam Kompleks Percandian Batujaya, Karawang, Jawa Barat. Penelitian awal di kawasan Telagajaya mendapati terdapat 16 buah tapak yang dipercayai tapak binaan candi tinggalan masa lampau dan setelah dijalankan penggalian, terdapat runtuh permukaan bangunan dan beberapa bahagian kaki candi. Bahan binaan utama yang digunakan dalam pembinaan candi ini adalah bata. Kajian ini dilakukan adalah untuk menentukan sama ada batu bata yang digunakan dalam pembinaan candi yang terdapat di Desa Telagajaya menggunakan bahan binaan daripada sumber tempatan atau tidak. Kajian ini dilakukan dengan menggunakan analisis secara saintifik menggunakan radas XRD dan juga XRF. Analisis saintifik terhadap bata untuk binaan candi dapat menunjukkan bata diperbuat daripada bahan mentah tempatan atau tidak. Analisis saintifik menggunakan kaedah sinar-X berpendarflour (XRF) dan pembelauan sinar-X (XRD) boleh menentukan kandungan kimia yang terdapat dalam bata, antara lain juga kandungan mineral dan juga unsur utama serta unsur surih bata juga dapat diketahui. Selain daripada sampel tanah, analisis juga turut dilakukan terhadap sampel tanah liat di kawasan Desa Telagajaya. Hasil analisis menunjukkan kandungan mineral, sampel bata yang digunakan untuk pembangunan bangunan percandian di Desa Telagajaya telah dibakar pada suhu yang tinggi iaitu dibakar pada suhu lebih daripada 800°C. Berdasarkan analisis kandungan unsur utama dan unsur surih pula, dapat dibuktikan bahawa bahan mentah yang digunakan untuk membuat bata diambil daripada sumber yang sama. Perbandingan antara kandungan unsur bata dan juga unsur tanah liat sekitar kawasan Desa Telagajaya juga menunjukkan bahawa tanah liat di sekitar kawasan Desa Telagajaya telah digunakan sebagai bahan mentah untuk membuat bata.

Kata kunci: Desa Telagajaya; XRF; XRD; batu bata candi

Abstract

Telagajaya Village is one of the rural areas located in the Batujaya Temple Complex, Karawang, West Java. Preliminary research in the Telagajaya area found that there are 16 sites that are believed to be temple construction sites from the past and after excavation, there are ruins of the surface of the building and some parts of the foot of the temple. The main building material used in the construction of this temple is brick. This study was conducted to determine whether the bricks used in the construction of the temple found in Telagajaya Village use local sources materials or not. This study was carried out using scientific analysis using XRD and XRF apparatus. Scientific

analysis of bricks for temple construction can show whether the bricks are made from local raw materials or not. Scientific analysis using X-ray fluorescence (XRF) and X-ray diffraction (XRD) methods can determine the chemical content found in bricks, among others, the mineral content and also the main elements and trace elements of bricks can also be known. Apart from soil samples, analysis was also done on clay samples in the Telagajaya Village area. The results of the analysis showed the mineral content, the brick samples used for the construction of the temple building in Telagajaya Village were burned at a high temperature, i.e. burned at a temperature of more than 800°C. Based on the analysis of the content of major elements and trace elements, it can be proven that the raw materials used to make bricks are taken from the same source. A comparison between the content of brick elements and clay elements around the Telagajaya Village area also shows that the clay around the Telagajaya Village area has been used as a raw material to make bricks.

Keywords: *Telagajaya Village; XRF; XRD; temple bricks*

PENGENALAN

Desa Telagajaya terletak dalam Kecamatan Batujaya yang terletak dalam Kabupaten Karawang di Provinsi Jawa Barat. Desa ini mempunyai kawasan penanaman padi yang luas dan kawasan Batujaya merupakan antara pengeluar beras terbesar di kawasan Jawa Barat. Sejak 1984, pengkaji dalam bidang arkeologi telah menjumpai beberapa runtuh bangunan purba yang dikenal pasti sebahagiannya sebagai candi dalam kawasan sawah padi di Desa Telagajaya. Kajian berkenaan tinggalan candi di Telagajaya yang dilakukan oleh para penyelidik arkeologi dan penyelidik lain telah berterusan sejak 1984 sehingga kini. Terdapat hampir 16 tapak tinggalan candi yang telah dikenal pasti terletak dalam kawasan Desa Telagajaya dalam Kompleks Percandian Batujaya.

Tinggalan bangunan purba berupa candi di Kompleks Percandian Batujaya, terutamanya di Desa Telagajaya mendapati ianya dibina dan dibangunkan dengan menggunakan batu bata. Hampir keseluruhan binaan bangunan candi yang ditemui dibina dengan batu bata. Oleh yang demikian, objektif utama penyelidikan ini adalah untuk menentukan sama ada bata yang digunakan untuk pembinaan candi dalam kawasan Telagajaya telah dibuat dengan menggunakan sumber bahan mentah tempatan atau sebaliknya. Kajian ini dilakukan dengan menilai dan membuat analisis terhadap batu bata candi sama ada ianya dibuat daripada tanah liat yang berada di sekitar kawasan percandian atau dibawa dari luar. Bata merupakan bahan binaan utama yang digunakan dalam pembinaan bangunan candi di Desa Telagajaya dan salah satu kaedah yang boleh digunakan untuk mengetahui sama ada bahan mentah tempatan digunakan untuk membuat bata atau sebaliknya adalah dengan menentukan komposisi kimia bata-bata candi tersebut (Zuliskandar Ramli 2012, Zuliskandar Ramli et al. 2014) seperti yang telah dilakukan di Candi Asem, Candi Lingga dan Candi Serut B yang terdapat dalam Kawasan Desa Telagajaya (Muhamad Shafiq & Zuliskandar 2015 & 2017; Muhamad Shafiq, Zuliskandar & Bambang 2016; Muhamad Shafiq, Zuliskandar, Mohd Rohaizat & Bambang 2014). Kajian yang telah dilakukan sebelum ini terhadap bata purba menunjukkan bata candi telah dihasilkan daripada bahan mentah tempatan dan tidak menggunakan bahan daripada luar. Sebagai contoh, kajian yang telah dilakukan terhadap bata yang digunakan dalam pembinaan candi di Lembah Bujang seperti Sungai Mas (Tapak 32/34), Candi Bukit Pendiak (Tapak 17) dan Candi Pangkalan Bujang (Tapak 23) menunjukkan bahawa bahan mentah tempatan digunakan dalam pembuatan bata candi dan didapati daripada lembangan Sungai Muda, Sungai Bujang, Sungai Terus dan kawasan berhampiran serta sekitar tapak candi (Ramli et al., 2012; Zuliskandar et al., 2011).

TAPAK KAJIAN

Tumpuan kajian ini adalah pada kawasan Desa Telagajaya, Kecamatan Batujaya, Kabupaten Karawang di Provinsi Jawa Barat. Kawasan Desa Telagajaya ini mempunyai hampir 16 buah tapak tinggalan binaan yang dipercayai tapak candi. Tiga buah tapak dipilih untuk dilakukan analisis saintifik bagi mendapatkan kandungan mineral, di samping unsur surih dan juga unsur utama bagi bahan mentah yang digunakan untuk membuat bata iaitu tanah liat. Tapak yang dipilih adalah Candi Serut-B (TLJ I-B), Candi Lingga (TLJ II) dan juga Candi Asem (TLJ V). Pemilihan tiga tapak ini adalah disebabkan ketiga-tiga tapak ini sudah dilakukan penggalian secara terperinci sehingga ke tapak bangunan. Di samping itu tapak yang dipilih juga digali oleh penyelidik sebelum ini hingga menunjukkan keseluruhan tapak sehingga menampakkan struktur asal bangunan.

Candi Serut B

Candi Serut B yang diberikan penanda TLJ I terletak di koordinat 107°08'50" E dan 06°03'23" N. Pada tahun 1989, Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional (BAKOSURTANAL) bersama Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada dan Direktorat Perlindungan dan Pembinaan Peninggalan Sejarah dan Purbakala (DITLINBINJARA) telah membuat penelitian secara geoarkeologi, penggerudian dan juga ekskavasi pengujian dengan membuka beberapa kotak uji di tapak ini. Berdasarkan penelitian awal, didapati kawasan ini mempunyai sisa bangunan candi pada tiga bahagian tapak iaitu TLJ I-A, TLJ I-B dan TLJ I-C yang keseluruhannya menghadap ke arah timur laut-barat daya dengan azimut sekitar 46° (Djafar 2010).

Pada tahun 1999, Pusat Penelitian Kemasyarakatan dan Budaya LP-UI dengan kerjasama Jurusan Arkeologi, Fakultas Sastra, Universitas Indonesia membuat penelitian semula terhadap sekitar kawasan tapak ini. Penelitian lanjutan terhadap tapak ini kemudian di sambung semula pada 2003 dan 2004 oleh kumpulan arkeologi Fakultas Ilmu Pengetahuan Budaya, Universitas Indonesia. Candi Serut B mempunyai sisa runtuh bangunan yang sudah roboh. Pelan lantainya didapati berbentuk segi empat sama dengan panjang setiap sisi adalah 7.77 m. Hanya terdapat satu tangga naik atau pintu masuk yang terletak di sisi timur laut. Pada bahagian dinding kaki candi pada bahagian barat laut, terdapat kesan baik pulih atau perubahan yang mungkin dibuat setelah bangunan candi tersebut siap dibina.



Foto 1. Candi Serut

Sumber: <http://nyariwatu.blogspot.com/2010/09/candi-serut>

Candi Lingga

Candi Lingga yang diberikan penanda TLJ II terletak di koordinat 107°08'48"E dan 06°03'18"N dan berkeluasan 60 X 50 m serta berketinggian 1.50 m daripada permukaan tanah sawah yang terdapat di sekitarnya. Pada asalnya, bahagian selatan tapak candi Lingga (TLJ II-A) mempunyai kedudukan tanah yang tinggi dan pernah dijadikan kawasan pertanian manakala pada bahagian utaranya (TLJ II-B) yang mempunyai kedudukan lebih rendah telah dijadikan tapak perumahan oleh pemilik tanah ini. Tapak ini terpisah antara bahagian yang terletak di bahagian utara dan selatan adalah disebabkan kawasan tapak ini telah dijadikan kawasan penanaman padi oleh tuan tanah. Susunan bata yang berbentuk membujur menghadap barat laut-tenggara telah dijumpai bersama-sama pecahan dan runtuh bata di bahagian selatan tapak candi.

Selain daripada runtuh dan struktur tersebut, dijumpai juga lima buah batu konglomerat yang berbentuk seperti tiang bersegi lapan dengan ukurannya berketinggian 80 cm dan garis tengahnya lebih kurang 50 cm. Terdapat lubang di tengah-tengah batuan tersebut dan diandaikan batu ini merupakan pecahan daripada puncak stupa. Pada tahun 2004, Program Studi Arkeologi Fakultas Ilmu Budaya, Universitas Indonesia telah melakukan ekskavasi pada bahagian selatan candi ini dan telah menemui tapak candi berukuran 18 X 15 m dengan berkedudukan timur laut-barat daya dengan azimut sekitar 45°. Terdapat sebuah tangga naik pada tapak ini yang terletak di bahagian timur laut.

Tapak candi ini dibina dengan menggunakan rupa bentuk takungan dengan ketebalan dindingnya dalam lingkungan 2 hingga 2.5 m. Pada bahagian dalam takungan tapak candi ini diisi dengan pecahan bata yang dipadatkan. Tapak bangunan candi pada bahagian kaki disusun dengan menggunakan bata secara rata tanpa hiasan pelipit manakala pada bahagian atas kaki candi secara keseluruhannya sudah runtuh dan tidak dapat dikenal pasti dengan jelas bagaimana rupa bentuk pelipit candi sebelum ia roboh (Djafar 2010).

Candi Asem

Candi Asem yang diberikan penanda TLJ V terletak di koordinat 107°08'41"E dan 06°03'00"N. Tapak candi ini berkeluasan 90 X 50 m, tanahnya berteras dan berbentuk seperti bukit yang kecil berketinggian hampir 3 meter daripada permukaan tanah sawah di sekitarnya. Pada tahun 1989, DITLINBINJARAH dalam rangka kerja sama dengan Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional (BAKOSURTANAL) dan Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada (UGM) telah melakukan tinjauan geolistrik dan pembukaan beberapa petak percubaan di tapak ini. Hasil daripada tinjauan ini didapati adanya sebuah struktur bangunan bata dengan kedudukan barat laut-tenggara. Daripada tinjauan ini juga mendapati terdapat bahagian tangga untuk menaiki bangunan candi yang terletak pada bahagian barat daya candi (Djafar 2010).

Pada tahun yang sama iaitu 1989, penelitian di tapak candi Asem diteruskan oleh kumpulan penyelidikan daripada Universitas Tarumanagara. Penelitian ini telah melakukan pendedahan pada seluruh bahagian atas bangunan dan penggalian secara menyeluruh di beberapa bahagian sisi kaki bangunan, sehinggalah dapat diketahui bentuk profil tapak candi dengan rangkanya. Pada bahagian atas bangunan candi dapat dilihat susunan bata berbentuk bulatan sepusat. Kesan bata daripada runtuh bangunan candi juga dapat dilihat di sekitar tapak bangunan. Dapat dilihat daripada sebahagian daripada bekas runtuh bangunan candi tersebut, terdapat bata melengkung dengan tepinya bertakik, yang diandaikan pecahan bahagian bangunan yang berbentuk stupa. Pada tahun 1992, penelitian di tapak ini disambung kembali oleh Jurusan Arkeologi Fakultas Sastra Universitas Indonesia dalam rangka kerja sama dengan Pusat Penelitian Arkeologi Nasional dan Himpunan Keramik Indonesia. Hasil penelitian ini mendapati bahawa sisa bangunan candi Asem ini berbentuk segi empat sama dengan ukuran 10 X 10 m dan memiliki dua buah tangga naik. Tangga naik ini berada pada sisi barat daya dan sebuah lagi terdapat di timur laut. Tangga naik yang terdapat di bahagian barat daya sebenarnya dibina kemudian setelah halaman di sekeliling candi ditinggikan hampir 1 m dengan cara menimbunkan tanah sekitar kawasan tersebut. Di atas timbunan tanah inilah dibina tangga yang kedua pada bahagian barat daya bangunan.

Dua periuk tanah liat yang berkeadaan sudah pecah, dan juga sekeping kepingan emas kecil berbentuk seperti kipas dijumpai semasa ekskavasi dilakukan pada bahagian kedua tangga tersebut. Pada permukaan kepingan emas ini tidak mempunyai sebarang tulisan. Pada beberapa bahagian dinding kaki bangunan Candi Asem ini ditemukan sisa-sisa lapisan stuko masih melekat pada permukaannya. Suatu hal yang paling penting untuk dinyatakan di sini adalah daripada sudut teknologi pembuatan bangunan candi di kawasan tapak percandian Batujaya ialah untuk pertama kalinya ditemukan bukti penggunaan lapisan stuko.

KAEDAH DAN-SAMPEL KAJIAN

Kajian ini menggunakan pendekatan saintifik dalam menentukan sama ada bata yang digunakan dalam pembinaan candi di Desa Telagajaya menggunakan bahan mentah yang diambil daripada kawasan setempat atau bata tersebut telah dibawa dari luar. Terdapat tiga buah tapak telah dipilih mewakili keseluruhan tapak yang berada di Desa Telagajaya untuk dilakukan penelitian iaitu tapak Candi Serut B yang ditandai dengan TLJ I, Candi Lingga yang ditandai dengan TLJ II dan juga Candi Asem yang ditandai dengan TLJ V. Penandaan ini digunakan adalah berdasarkan penamaan tapak yang telah dilakukan oleh pengkaji awal dan bagi mengelakkan kekeliruan, penandaan dan penamaan ini tetap dikekalkan.

Bagi setiap tapak telah diambil 15 pecahan batu bata dan dimasukkan ke dalam beg plastik serta ditandakan mengikut kod yang telah ditetapkan berdasarkan penandaan dan penamaan tapak. Kesemua sampel dibawa ke Makmal Arkeologi dan Arkeometri, Institut Alam & Tamadun Melayu, Universiti Kebangsaan Malaysia untuk rawatan sampel di mana setiap sampel dibersihkan menggunakan air dan kemudian dikeringkan pada suhu tetap 120°C selama 2 hari. Sampel ini kemudiannya ditumbuk sehingga menjadi serbuk halus sehingga boleh melepasi tapis berukuran 500 µm. Kesemua sampel ini dihantar ke Makmal Pencirian Fizikal, Pusat Pengurusan Penyelidikan dan Instrumentasi, Universiti Kebangsaan Malaysia untuk dianalisis dengan menggunakan dua teknik iaitu Teknik Pembelauan Sinar-X (*X-Ray Diffraction*, XRD) untuk menentukan kandungan mineral dalam sampel bata dan Teknik Sinar-X Berpendarflour (*X-Ray Fluorescence*, XRF) untuk menentukan kandungan unsur utama dan juga unsur surih. Data yang diperoleh daripada kedua jenis radas ini kemudiannya akan dibandingkan dengan data analisis unsur tanah liat yang berada di sekitar Batujaya.

HASIL KAJIAN

Berdasarkan kepada hasil analisis yang telah dilakukan, teknik yang menggunakan radas XRD adalah untuk mendapatkan kandungan mineral yang terdapat dalam sampel bata manakala radas XRF pula adalah untuk mendapatkan kandungan unsur utama dan juga unsur surih sampel bata candi yang didapatkan daripada tapak Desa Telagajaya. Sampel bata yang diambil adalah seperti di Foto 1 dan Foto 2 di bawah.



Foto 1. Antara sampel bata yang diambil sebelum dipecahkan.



Foto 2. Sampel bata yang telah dipecahkan.

Kandungan mineral

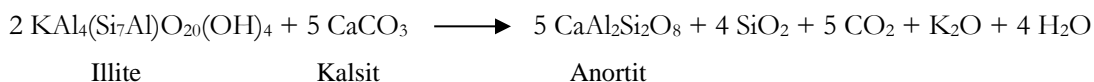
Berdasarkan analisis kandungan mineral yang telah dilakukan terhadap Candi Asem, Candi Lingga dan Candi Serut B yang terdapat dalam Kawasan Desa Telagajaya (Muhamad Shafiq & Zuliskandar 2015 & 2017; Muhamad Shafiq, Zuliskandar & Bambang 2016; Muhamad Shafiq, Zuliskandar, Mohd Rohaizat & Bambang 2014) terdapat beberapa mineral yang boleh dijumpai pada setiap sampel yang dianalisis. Mineral seperti Quartz, Cristobalite, Albite, Anorthoclase, Andesine, Anorthite, Hematite, Labradorite dapat dijumpai pada sampel ketiga-tiga tapak dari Desa Telagajaya. Selain itu, mineral Mullite boleh dijumpai pada Candi Serut B dan juga Candi Lingga. Mineral Gismondine pula boleh dilihat pada Candi Lingga dan juga Candi Asem. Mineral Spinel pula boleh dilihat dalam Candi Serut B dan juga Candi Asem. Selain itu, terdapat juga mineral yang hanya terdapat pada satu-satu tapak sahaja seperti Arsenopyrite, Pyroxene, Clinopyroxene, Diopside, Tealite, Bytownite, Andradite, Tremolite, Rhoenite, Opal. Senarai mineral yang terdapat dalam setiap tapak dapat dilihat dalam Jadual 1 di bawah.

Jadual 1. Kandungan mineral yang terdapat dalam sampel bata di Desa Telagajaya

Candi Serut B	Candi Lingga	Candi Asem
Quartz	Quartz	Quartz
Cristobalite	Cristobalite	Cristobalite
Albite	Albite	Albite
Anorthoclase	Anorthoclase	Anorthoclase
Andesine	Andesine	Andesine
Anorthite	Anorthite	Anorthite
Hematite	Hematite	Hematite
Labradorite	Labradorite	Labradorite
Mullite	Mullite	Spinel
Spinel	Pyroxene	Clinopyroxene
Arsenopyrite	Gismondine	Gismondine
Tealite	Diopside	Bytownite
		Andradite
		Tremolite
		Rhoenite
		Opal

Quartz merupakan mineral yang biasa dijumpai dalam kebanyakan sampel tanah liat. Mineral Anorthite dan juga Hematite merupakan bukti bata ini dibakar pada suhu antara 850°C hingga 900°C. Mineral ini berasal daripada illite yang dibakar dengan suhu yang tinggi dalam keadaan

sampel berkalsium tinggi (Cardiano, P et al. 2004). Kehadiran anorthite pada semua sampel menunjukkan kesemua sampel dibakar pada suhu 850°C hingga 900°C. Hematit juga meningkat dalam keadaan suhu yang semakin meningkat. Ini kerana ion Fe⁺ dalam sampel terperangkap dalam struktur kalsium silikat dan aluminosilikat yang akan menjadi hematit jika suhu dipertingkatkan (Miniatis et al. 19821; Cultrone G. et al. 2005)



Illite

Kalsit

Anortit

Kandungan mineral yang terdapat dalam setiap sampel bata pada setiap tapak ditunjukkan dalam Jadual 2 (Candi Serut B), Jadual 3 (Candi Lingga) dan Jadual 4 (Candi Asem) seperti ditunjukkan di bawah. Manakala graf perbandingan mineral bagi setiap sampel untuk setiap tapak boleh dilihat dalam Rajah 1 bagi sampel Candi Serut B, Rajah 2 bagi sampel Candi Lingga, dan Rajah 3 bagi sampel Candi Asem.

Jadual 2. Kandungan mineral batuan bata di Candi Serut B

Lokasi	Sampel	Kandungan Mineral
Candi Serut B		
	CSB 1	Quartz, syn - SiO ₂ Cristabolite low, SiO ₂ Albite, calcian low – (Na _{0.75} Ca _{0.25})(Al _{1.26} Si _{2.74} O ₈) Anorthoclase - (Na _{0.85} K _{0.14})(AlSi ₃ O ₈) Andesine – Na _{0.685} Ca _{0.347} Al _{1.46} Si _{2.54} O ₈ Anorthite (Na-exchange) – (Na _{0.45} Ca _{0.55})(Al _{1.55} Si _{2.45} O ₈) Hematite – Fe ₂ O ₃
	CSB 2	Quartz, syn - SiO ₂ Anorthite, sodian, disordered – (Ca,Na)(Si,Al) ₄ O ₈ Andesine – Na _{0.499} Ca _{0.491} (Al _{1.488} Si _{2.506} O ₈) Albite, high – Na(AlSi ₃ O ₈) Labradorite – Ca _{0.68} Na _{0.30} (Al _{1.66} Si _{2.34} O ₈) Albite, calcian low – (Na _{0.84} Ca _{0.16})Al _{1.16} Si _{2.84} O ₈ Cristobalite, syn - SiO ₂ Anorthoclase - (Na _{0.85} K _{0.14})(AlSi ₃ O ₈) Hematite – Fe ₂ O ₃
	CSB 3	Quartz, syn - SiO ₂ Andesine – Na _{0.685} Ca _{0.347} Al _{1.46} Si _{2.54} O ₈ Labradorite – (Na _{0.5} Ca _{0.5})(Al _{1.5} Si _{2.5} O ₈) Anorthite (Na-exchange) – (Na _{0.45} Ca _{0.55})(Al _{1.55} Si _{2.45} O ₈) Albite high – (K _{0.22} Na _{0.78})(AlSi ₃ O ₈) Anorthoclase - (Na _{0.75} K _{0.25})(AlSi ₃ O ₈) Hematite – Fe ₂ O ₃
	CSB 4	Quartz low - SiO ₂ Andesine – Na _{0.499} Ca _{0.491} (Al _{1.488} Si _{2.506} O ₈) Albite, calcian, ordered – (Na,Ca)Al(Si,Al) ₃ O ₈ Anorthoclase - (Na _{0.75} K _{0.25})(AlSi ₃ O ₈) Anorthite (Na-exchange) – (Na _{0.45} Ca _{0.55})(Al _{1.55} Si _{2.45} O ₈) Cristobalite, syn - SiO ₂ Labradorite – (Na _{0.5} Ca _{0.5})(Al _{1.5} Si _{2.5} O ₈) Hematite – Fe ₂ O ₃

- CSB 5 Quartz - SiO₂
 Andesine – Na_{0.622}Ca_{0.368}Al_{1.29}Si_{2.71}O₈
 Albite, high – Na(AlSi₃O₈)
 Labradorite – (Na_{0.5}Ca_{0.5})(Al_{1.5}Si_{2.5}O₈)
 Cristabolite, syn - SiO₂
 Anorthite (Na-exchange) – (Na_{0.45}Ca_{0.55})(Al_{1.55}Si_{2.45}O₈)
 Hematite, syn – Fe₂O₃
- CSB 6 Quartz - SiO₂
 Anorthite, sodian, disordered – (Ca,Na)(Si,Al)₄O₈
 Albite high – Na(AlSi₃O₈)
 Andesine – Na_{0.499}Ca_{0.491}(Al_{1.488}Si_{2.50}O₈)
 Labradorite – (Na_{0.65}Ca_{0.35})(Al_{1.65}Si_{2.35}O₈)
 Cristabolite, syn - SiO₂
 Anorthoclase - (Na_{0.85}K_{0.14})(AlSi₃O₈)
 Hematite, syn – Fe₂O₃
- CSB 7 Quartz, syn - SiO₂
 Cristobalite, syn - SiO₂
 Albite intermediate – Na(AlSi₃O₈)
 Labradorite – (Na_{0.5}Ca_{0.5})(Al_{1.5}Si_{2.5}O₈)
 Anorthite (Na-exchange) – (Na_{0.45}Ca_{0.55})(Al_{1.55}Si_{2.45}O₈)
 Andesine – Na_{0.499}Ca_{0.491}(Al_{1.488}Si_{2.506}O₈)
 Hematite, syn – Fe₂O₃
- CSB 8 Quartz , syn - SiO₂
 Labradorite – Ca_{0.65}Na_{0.35}(Al_{1.65}Si_{2.35}O₈)
 Albite calcian low - (Na_{0.75}Ca_{0.25})Al_{1.26}Si_{2.74}O₈
 Cristobalite, syn - SiO₂
 Hematite, syn – Fe₂O₃
 Andesine – Na_{0.622}Ca_{0.368}Al_{1.29}Si_{2.71}O₈
- CSB 9 Quartz, syn - SiO₂
 Albite, calcian, ordered – (Na,Ca)Al(Si,Al)₃O₈
 Anorthite, ordered – CaAl₂Si₂O₈
 Labradorite – (Na_{0.5}Ca_{0.5})(Al_{1.5}Si_{2.5}O₈)
 Cristobalite, syn - SiO₂
 Hematite, syn – Fe₂O₃
 Spinel, syn – Al₂MgO₄
- CSB 10 Quartz - SiO₂
 Cristobalite - SiO₂
 Tealite – PbSnS₂
 Anorthite, sodian, disordered – (Ca,Na)(Si,Al)₄O₈
 Hematite, syn – Fe₂O₃
 Arsenopyrite – FeAsS/FeS₂.FeAs₂
- CSB 11 Quartz - SiO₂
 Cristobalite low- SiO₂
 Mullite, syn – Al_{4.64}Si_{1.36}O_{9.68}
 Anorthite, sodian, disordered – (Ca,Na)(Si,Al)₄O₈
 Cordierite, syn – Mg₂Bi_{0.168}(Al₄Si₅O₁₈)

- CSB 12 Quartz - SiO₂
 Albite high – Na(AlSi₃O₈)
 Andesine – Na_{0.685}Ca_{0.347}Al_{1.46}Si_{2.54}O₈
 Labradorite - Ca_{0.64}Na_{0.35}(Al_{1.63}Si_{2.37}O₈)
 Anorthite (Na-exchange) – (Na_{0.45}Ca_{0.55})(Al_{1.55}Si_{2.45}O₈)
 Cristobalite alpha, syn - SiO₂
 Mullite, syn – Al_{4.52}Si_{1.48}O_{9.74}
- CSB 13 Quartz, syn - SiO₂
 Labradorite – (Na_{0.5}Ca_{0.5})(Al_{1.5}Si_{2.5}O₈)
 Anorthite, sodian, disordered – (Ca,Na)(Si,Al)₄O₈
 Albite, disordered – Na(Si₃Al)O₈
 Cristobalite - SiO₂
 Andesine - Na_{0.685}Ca_{0.347}Al_{1.46}Si_{2.54}O₈
 Hematite - Fe₂O₃
- CSB 14 Quartz - SiO₂
 Labradorite – (Ca_{0.65}Na_{0.35})(Al_{1.65}Si_{2.35})O₈
 Albite intermediate – Na(AlSi₃O₈)
 Andesine - Na_{0.685}Ca_{0.347}Al_{1.46}Si_{2.54}O₈
 Anorthoclase - (Na_{0.85}K_{0.14})(AlSi₃O₈)
 Cristobalite - SiO₂
 Hematite - Fe₂O₃
- CSB 15 Quartz, syn - SiO₂
 Andesine – Na_{0.499}Ca_{0.491}(Al_{1.488}Si_{2.506}O₈)
 Cristobalite, syn - SiO₂
 Anorthite (Na-exchange) – (Na_{0.45}Ca_{0.55})(Al_{1.55}Si_{2.45}O₈)
 Albite, calcian low – (Na_{0.75}Ca_{0.25})(Al_{1.26}Si_{2.74}O₈)
 Labradorite – (Ca_{0.5}Na_{0.5})(Al_{1.5}Si_{2.5}O₈)
 Anorthoclase - (Na_{0.85}K_{0.14})(AlSi₃O₈)
 Hematite, syn – Fe₂O₃

Jadual 3. Kandungan mineral batuan bata di Candi Lingga

Lokasi	Sampel	Kandungan Mineral
Candi Lingga	CL 1	Quartz - SiO ₂ Albite high – Na(AlSi ₃ O ₈) Anorthite, sodian, disordered – (Ca,Na)(Si,Al) ₄ O ₈ Andesine – Na _{0.685} Ca _{0.347} Al _{1.46} Si _{2.54} O ₈ Labradorite – (Ca _{0.5} Na _{0.5})(Al _{1.5} Si _{2.5} O ₈) Gismondine – CaAl ₂ Si ₂ O ₈ .4H ₂ O Cristobalite, syn - SiO ₂ Hematite – Fe ₂ O ₃
	CL 2	Quartz - SiO ₂ Anorthite, sodian, disordered – (Ca,Na)(Si,Al) ₄ O ₈ Andesine – Na _{0.499} Ca _{0.491} (Al _{1.488} Si _{2.506} O ₈) Albite high – Na(AlSi ₃ O ₈) Labradorite – Ca _{0.65} Na _{0.32} (Al _{1.62} Si _{2.38} O ₈) Gismondine – CaAl ₂ Si ₂ O ₈ .4H ₂ O

- CL 3 Quartz - SiO₂
 Anorthite, sodian, disordered – (Ca,Na)(Si,Al)₄O₈
 Andesine – Na_{0.499}Ca_{0.491}(Al_{1.488}Si_{2.506}O₈)
 Labradorite – Ca_{0.64}Na_{0.35}(Al_{1.63}Si_{2.37}O₈)
 Albite, calcian low – (Na_{0.84}Ca_{0.16})(Al_{1.16}Si_{2.84}O₈)
 Cristobalite, syn - SiO₂
 Hematite – Fe₂O₃
- CL 4 Quartz syn - SiO₂
 Labradorite – (Ca_{0.5}Na_{0.5})(Al_{1.5}Si_{2.5}O₈)
 Albite high – Na(AlSi₃O₈)
 Anorthite (Na-exchange) – (Na_{0.45}Ca_{0.55})(Al_{1.55}Si_{2.45}O₈)
 Mullite syn – Al_{4.59}Si_{1.41}O_{9.7}
 Andesine – Na_{0.685}Ca_{0.347}Al_{1.46}Si_{2.54}O₈
 Anorthoclase - (Na_{0.85}K_{0.14})(AlSi₃O₈)
- CL 5 Quartz - SiO₂
 Anorthite, sodian, disordered – (Ca,Na)(Si,Al)₄O₈
 Andesine – Na_{0.499}Ca_{0.491}(Al_{1.488}Si_{2.506}O₈)
 Labradorite – (Ca_{0.5}Na_{0.5})(Al_{1.5}Si_{2.5}O₈)
 Cristobalite, syn - SiO₂
 Albite, disordered – Na(Si₃Al)O₈
 Anorthoclase - (Na_{0.85}K_{0.14})(AlSi₃O₈)
 Hematite, syn – Fe₂O₃
- CL 6 Anorthite, sodian, disordered – (Ca,Na)(Si,Al)₄O₈
 Quartz, syn - SiO₂
 Andesine – Na_{0.685}Ca_{0.347}Al_{1.46}Si_{2.54}O₈
 Labradorite – Ca_{0.65}Na_{0.35}(Al_{1.65}Si_{2.35}O₈)
 Albite, disordered – Na(Si₃Al)O₈
 Cristobalite, syn - SiO₂
 Anorthoclase - (Na_{0.85}K_{0.14})(AlSi₃O₈)
 Hematite, syn – Fe₂O₃
- CL 7 Anorthite, sodian, disordered – (Ca,Na)(Si,Al)₄O₈
 Andesine – Na_{0.499}Ca_{0.491}(Al_{1.488}Si_{2.506}O₈)
 Quartz - SiO₂
 Albite, disordered – Na(Si₃Al)O₈
 Cristobalite, syn - SiO₂
 Hematite – Fe₂O₃
- CL 8 Quartz , syn - SiO₂
 Anorthite, sodian, disordered – (Ca,Na)(Si,Al)₄O₈
 Labradorite – Ca_{0.65}Na_{0.32}(Al_{1.62}Si_{2.38}O₈)
 Andesine – Na_{0.499}Ca_{0.491}(Al_{1.488}Si_{2.506}O₈)
 Albite calcian low - (Na_{0.75}Ca_{0.25})Al_{1.26}Si_{2.74}O₈
 Anorthoclase - (Na_{0.85}K_{0.14})(AlSi₃O₈)
 Cristobalite, syn - SiO₂
 Hematite, syn – Fe₂O₃
- CL 9 Quartz, syn - SiO₂
 Anorthite, ordered – CaAl₂Si₂O₈
 Albite, calcian ordered – (Na,Ca)Al(Si,Al)₃O₈
 Andesine – Na_{0.499}Ca_{0.491}(Al_{1.488}Si_{2.506}O₈)

- Labradorite – $(\text{Na}_{0.5}\text{Ca}_{0.5})(\text{Al}_{1.5}\text{Si}_{2.5}\text{O}_8)$
 Cristabolite, syn - SiO_2
 Hematite – Fe_2O_3
- CL 10 Quartz - SiO_2
 Andesine – $\text{Na}_{0.499}\text{Ca}_{0.491}(\text{Al}_{1.488}\text{Si}_{2.506}\text{O}_8)$
 Anorthite, sodian, intermediate – $(\text{Ca},\text{Na})(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_8$
 Labradorite – $\text{Ca}_{0.65}\text{Na}_{0.35}(\text{Al}_{1.65}\text{Si}_{2.35}\text{O}_8)$
 Albite high – $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$
 Anorthoclase - $(\text{Na}_{0.75}\text{K}_{0.25})(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$
 Cristabolite, syn - SiO_2
 Hematite – Fe_2O_3
- CL 11 Quartz low - SiO_2
 Andesine – $\text{Na}_{0.685}\text{Ca}_{0.347}\text{Al}_{1.46}\text{Si}_{2.54}\text{O}_8$
 Anorthite, ordered – $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$
 Labradorite – $\text{Ca}_{0.65}\text{Na}_{0.32}(\text{Al}_{1.62}\text{Si}_{2.38}\text{O}_8)$
 Cristabolite alpha, syn - SiO_2
 Anorthoclase - $(\text{Na}_{0.85}\text{K}_{0.14})(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$
- CL 12 Labradorite – $\text{Ca}_{0.68}\text{Na}_{0.30}(\text{Al}_{1.66}\text{Si}_{2.34}\text{O}_8)$
 Quartz alpha - SiO_2
 Cristabolite alpha, syn - SiO_2
- CL 13 Anorthite, sodian, disordered – $(\text{Ca},\text{Na})(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_8$
 Quartz, syn - SiO_2
 Labradorite – $\text{Ca}_{0.65}\text{Na}_{0.32}(\text{Al}_{1.62}\text{Si}_{2.38}\text{O}_8)$
 Andesine – $\text{Na}_{0.499}\text{Ca}_{0.491}(\text{Al}_{1.488}\text{Si}_{2.506}\text{O}_8)$
 Albite, disordered – $\text{Na}(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_8$
 Diopside – $\text{Ca}_{0.970}\text{Co}_{0.030}(\text{Mg}_{0.831}\text{Co}_{0.169})(\text{Si}_2\text{O}_6)$
 Pyroxene – $(\text{Mg}_{0.992}\text{Fe}_{0.008})(\text{Ca}_{0.999}\text{Fe}_{0.029})(\text{Si}_2\text{O}_6)$
 Hematite - Fe_2O_3
- CL 14 Quartz, syn - SiO_2
 Anorthite, ordered – $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$
 Albite high – $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$
 Labradorite – $\text{Ca}_{0.68}\text{Na}_{0.30}(\text{Al}_{1.66}\text{Si}_{2.34}\text{O}_8)$
 Andesine - $\text{Na}_{0.685}\text{Ca}_{0.347}\text{Al}_{1.46}\text{Si}_{2.54}\text{O}_8$
 Albite, disordered – $\text{Na}(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_8$
 Anorthoclase - $(\text{Na}_{0.85}\text{K}_{0.14})(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$
 Hematite - Fe_2O_3
- CL 15 Quartz low - SiO_2
 Anorthite, ordered – $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$
 Andesine – $\text{Na}_{0.499}\text{Ca}_{0.491}(\text{Al}_{1.488}\text{Si}_{2.506}\text{O}_8)$
 Labradorite – $\text{Ca}_{0.68}\text{Na}_{0.30}(\text{Al}_{1.66}\text{Si}_{2.34}\text{O}_8)$
 Anorthoclase - $(\text{Na}_{0.85}\text{K}_{0.14})(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$
 Hematite, syn – Fe_2O_3
-

Jadual 4. Kandungan mineral batuan bata di Candi Candi Asem

Lokasi	Sampel	Kandungan Mineral
Candi Asem		
	CA 1	Quartz - SiO ₂ Anorthite, sodian, disordered – (Ca,Na)(Si,Al) ₄ O ₈ Andesine – Na _{0.685} Ca _{0.347} Al _{1.46} Si _{2.54} O ₈ Albite, disordered – Na(Si ₃ Al)O ₈ Labradorite – Ca _{0.65} Na _{0.35} (Al _{1.65} Si _{2.35} O ₈) Bytownite – Ca _{0.65} Na _{0.35} (Al _{1.65} Si _{2.35} O ₈) Hematite – Fe ₂ O ₃
	CA 2	Quartz, syn - SiO ₂ Anorthite, sodian, disordered – (Ca,Na)(Si,Al) ₄ O ₈ Andesine – Na _{0.685} Ca _{0.347} Al _{1.46} Si _{2.54} O ₈ Labradorite – Ca _{0.65} Na _{0.35} (Al _{1.65} Si _{2.35} O ₈) Cristobalite, syn - SiO ₂ Albite, disordered – Na(Si ₃ Al)O ₈ Andradite, syn – Ca ₃ Fe ₂ (SiO ₄) ₃ Spinel, syn – Al ₂ MgO ₄
	CA 3	Quartz, syn - SiO ₂ Albite high – Na(AlSi ₃ O ₈) Labradorite – (Na _{0.5} Ca _{0.5})(Al _{1.5} Si _{2.5} O ₈) Anorthite, sodian, disordered – (Ca,Na)(Si,Al) ₄ O ₈ Andesine – Na _{0.685} Ca _{0.347} Al _{1.46} Si _{2.54} O ₈ Anorthoclase - (Na _{0.85} K _{0.14})(AlSi ₃ O ₈) Hematite – Fe ₂ O ₃
	CA 4	Quartz alpha - SiO ₂ Anorthite, ordered - CaAl ₂ Si ₂ O ₈ Albite high – Na(AlSi ₃ O ₈) Labradorite – (Na _{0.68} Ca _{0.30})(Al _{1.66} Si _{2.34} O ₈) Andesine – Na _{0.685} Ca _{0.347} Al _{1.46} Si _{2.54} O ₈ Hematite, syn – Fe ₂ O ₃
	CA 5	Quartz, syn - SiO ₂ Anorthite, sodian, disordered – (Ca,Na)(Si,Al) ₄ O ₈ Andesine – Na _{0.499} Ca _{0.491} (Al _{1.488} Si _{2.50} O ₈) Labradorite – (Na _{0.5} Ca _{0.5})(Al _{1.5} Si _{2.5} O ₈) Albite, disordered – Na(Si ₃ Al) O ₈ Cristabolite, syn - SiO ₂ Tremolite – Ca ₂ Mg ₅ Si ₈ O ₂₂ (OH) ₂ Hematite, syn – Fe ₂ O ₃
	CA 6	Quartz alpha - SiO ₂ Anorthite, sodian, disordered – (Ca,Na)(Si,Al) ₄ O ₈ Labradorite – (Na _{0.68} Ca _{0.30})(Al _{1.66} Si _{2.34} O ₈) Albite high – Na(AlSi ₃ O ₈) Andesine – Na _{0.499} Ca _{0.491} (Al _{1.488} Si _{2.50} O ₈) Hematite, syn – Fe ₂ O ₃

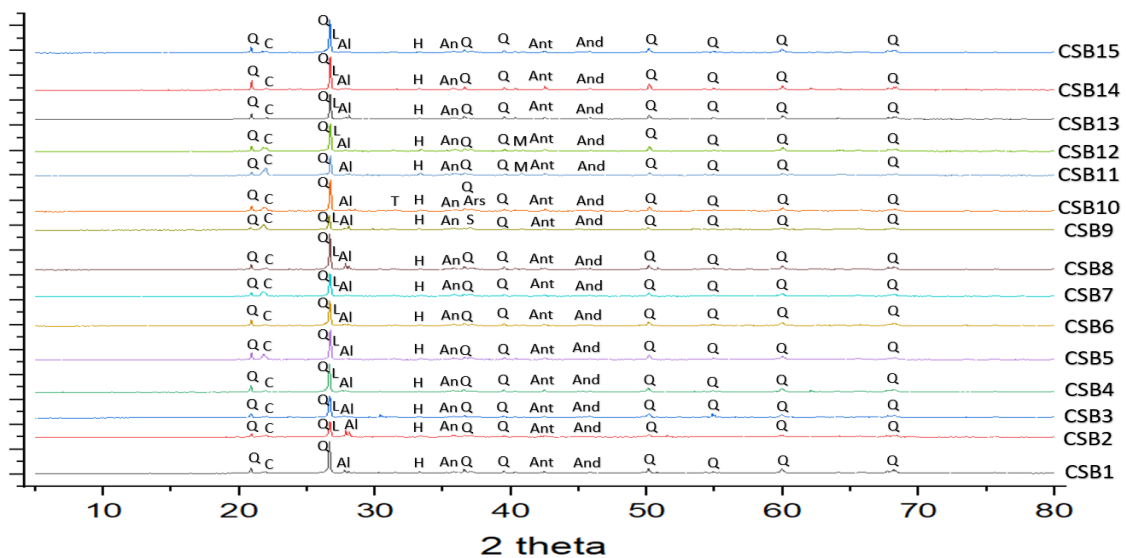
- CA 7 Quartz - SiO_2
 Anorthite, ordered - $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$
 Labradorite - $(\text{Na}_{0.5}\text{Ca}_{0.5})(\text{Al}_{1.5}\text{Si}_{2.5}\text{O}_8)$
 Andesine - $\text{Na}_{0.685}\text{Ca}_{0.347}\text{Al}_{1.46}\text{Si}_{2.54}\text{O}_8$
 Albite high - $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$
 Anorthoclase - $(\text{Na}_{0.85}\text{K}_{0.14})(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$
 Rhoenite - $(\text{Mg}_4\text{Ti}_2)\text{Ca}_2(\text{Al}_4\text{Si}_2\text{O}_{20})$
 Cristobalite, syn - SiO_2
 Bytownite - $\text{Ca}_{0.85}\text{Na}_{0.14}\text{Al}_{1.83}\text{Si}_{2.16}\text{O}_8$
- CA 8 Quartz alpha - SiO_2
 Andesine - $\text{Na}_{0.622}\text{Ca}_{0.368}\text{Al}_{1.29}\text{Si}_{2.71}\text{O}_8$
 Labradorite - $\text{Ca}_{0.65}\text{Na}_{0.32}(\text{Al}_{1.62}\text{Si}_{2.38}\text{O}_8)$
 Anorthite, sodian, disordered - $(\text{Ca},\text{Na})(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_8$
 Gismondine - $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
 Albite calcian low - $(\text{Na}_{0.75}\text{Ca}_{0.25})\text{Al}_{1.26}\text{Si}_{2.74}\text{O}_8$
 Albite high - $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$
 Anorthoclase - $(\text{Na}_{0.75}\text{K}_{0.25})(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$
 Hematite, syn - Fe_2O_3
- CA 9 Anorthite, sodian, disordered - $(\text{Ca},\text{Na})(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_8$
 Andesine - $\text{Na}_{0.499}\text{Ca}_{0.491}(\text{Al}_{1.488}\text{Si}_{2.50}\text{O}_8)$
 Labradorite - $\text{Ca}_{0.64}\text{Na}_{0.31}(\text{Al}_{1.775}\text{Si}_{2.775}\text{O}_8)$
 Quartz, syn - SiO_2
 Albite, calcian, ordered - $(\text{Na},\text{Ca})\text{Al}(\text{Si},\text{Al})_3\text{O}_8$
 Anorthoclase - $(\text{Na}_{0.75}\text{K}_{0.25})(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$
 Hematite, syn - Fe_2O_3
 Cristobalite, syn - SiO_2
- CA 10 Labradorite - $\text{Ca}_{0.68}\text{Na}_{0.30}(\text{Al}_{1.66}\text{Si}_{2.34}\text{O}_8)$
 Anorthite, sodian, disordered - $(\text{Ca},\text{Na})(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_8$
 Quartz, syn - SiO_2
 Andesine - $\text{Na}_{0.685}\text{Ca}_{0.347}\text{Al}_{1.46}\text{Si}_{2.54}\text{O}_8$
 Albite high - $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$
 Anorthoclase - $(\text{Na}_{0.85}\text{K}_{0.14})(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$
 Cristobalite, syn - SiO_2
 Opal - $\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$
 Hematite, syn - Fe_2O_3
- CA 11 Quartz - SiO_2
 Anorthite, sodian, disordered - $(\text{Ca},\text{Na})(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_8$
 Andesine - $\text{Na}_{0.622}\text{Ca}_{0.368}\text{Al}_{1.29}\text{Si}_{2.71}\text{O}_8$
 Labradorite - $(\text{Ca}_{0.64}\text{Na}_{0.31})(\text{Al}_{1.775}\text{Si}_{2.275})\text{O}_8$
 Gismondine - $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
 Albite, disordered - $\text{Na}(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_8$
 Bytownite - $\text{Ca}_{0.85}\text{Na}_{0.14}\text{Al}_{1.83}\text{Si}_{2.16}\text{O}_8$
 Cristobalite alpha, syn - SiO_2
 Hematite, syn - Fe_2O_3
- CA 12 Quartz, syn - SiO_2
 Anorthite, sodian, intermediate - $(\text{Ca},\text{Na})(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_8$
 Andesine - $\text{Na}_{0.499}\text{Ca}_{0.491}(\text{Al}_{1.488}\text{Si}_{2.506}\text{O}_8)$
 Labradorite - $\text{Ca}_{0.65}\text{Na}_{0.35}(\text{Al}_{1.65}\text{Si}_{2.35}\text{O}_8)$

Albite high – $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$
 Opal – $\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$
 Cristobalite alpha, syn - SiO_2
 Anorthoclase - $(\text{Na}_{0.85}\text{K}_{0.14})(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$
 Gismondine – $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

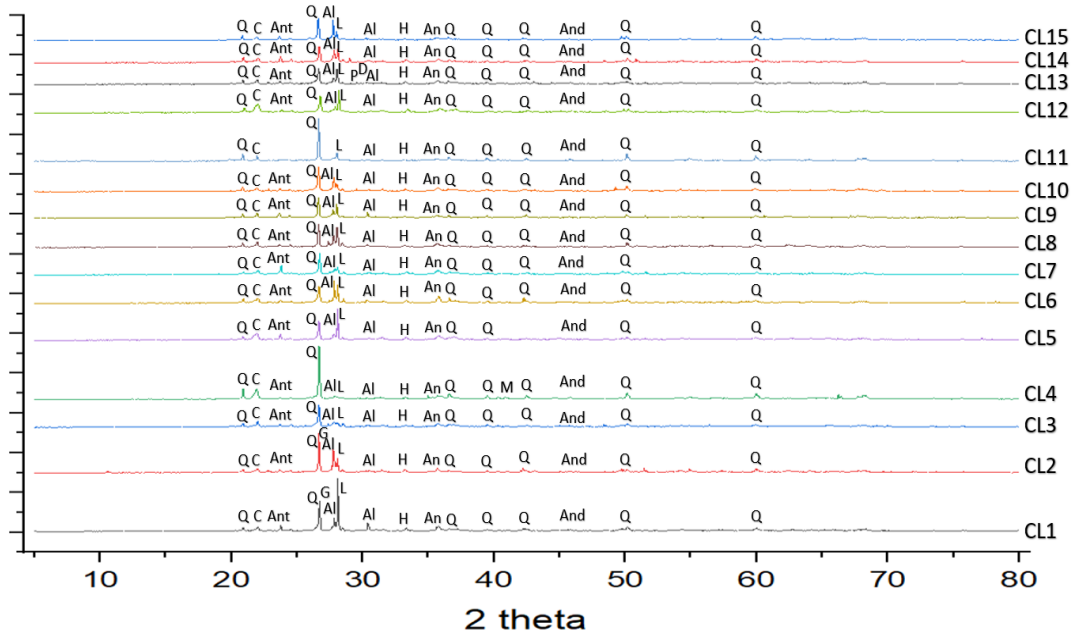
CA 13 Quartz - SiO_2
 Andesine - $\text{Na}_{0.499}\text{Ca}_{0.491}(\text{Al}_{1.488}\text{Si}_{2.506}\text{O}_8)$
 Anorthite, sodian, disordered – $(\text{Ca},\text{Na})(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_8$
 Labradorite – $(\text{Ca}_{0.65}\text{Na}_{0.35})(\text{Al}_{1.65}\text{Si}_{2.35})\text{O}_8$
 Albite, calcian, ordered – $(\text{Na},\text{Ca})\text{Al}(\text{Si},\text{Al})_3\text{O}_8$
 Albite, disordered – $\text{Na}(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_8$
 Clinopyroxene – $\text{Ca}_{0.91}\text{Na}_{0.05}\text{Fe}_{0.03}\text{Mg}_{0.01}(\text{Mg}_{0.90}\text{Fe}_{0.02}\text{Fe}_{0.05}\text{Al}_{0.03})$
 Hematite - Fe_2O_3
 Hematite - Fe_2O_3

CA 14 Quartz, syn - SiO_2
 Anorthite, sodian, disordered – $(\text{Ca},\text{Na})(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_8$
 Andesine - $\text{Na}_{0.499}\text{Ca}_{0.491}(\text{Al}_{1.488}\text{Si}_{2.506}\text{O}_8)$
 Labradorite – $(\text{Ca}_{0.65}\text{Na}_{0.35})(\text{Al}_{1.65}\text{Si}_{2.35})\text{O}_8$
 Albite high – $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$
 Hematite - Fe_2O_3

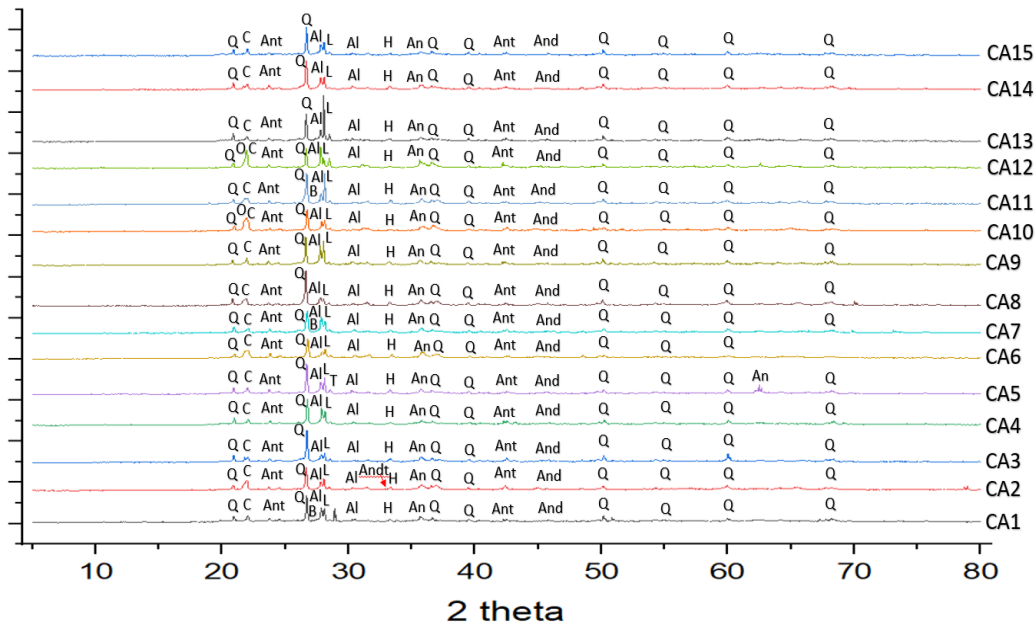
CA 15 Quartz, syn - SiO_2
 Anorthite, sodian, disordered – $(\text{Ca},\text{Na})(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_8$
 Andesine – $\text{Na}_{0.685}\text{Ca}_{0.347}\text{Al}_{1.46}\text{Si}_{2.54}\text{O}_8$
 Labradorite – $(\text{Ca}_{0.65}\text{Na}_{0.35})(\text{Al}_{1.65}\text{Si}_{2.35})\text{O}_8$
 Albite high – $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$
 Cristobalite, syn - SiO_2
 Gismondine – $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
 Hematite, syn – Fe_2O_3



Rajah 1. Graf perbandingan mineral bagi sampel Candi Serut B



Rajah 2. Graf perbandingan mineral bagi sampel Candi Lingga



Rajah 3. Graf perbandingan mineral bagi sampel Candi Asem.

Petunjuk; Q=quartz; C=cristobalite; H=hematite; Ant=anorthoclase; Al=albite; An=anorthite; And=andesine; L=labradorite; M=mullite; S=spinel; As=Arsenopyrite; T=tealite; P=pyroxen; G=gismondine; D=diopside; B=bytownite; Andt=andradite; Tr=tremolite; O=opal

Kandungan unsur utama

Bagi kandungan unsur utama dalam sampel bata purba daripada Candi Serut B, peratusan kandungan unsur utama boleh dirujuk dalam Jadual 5 di bawah. Daripada jadual dapat dilihat sampel bata mengandungi peratusan berat kering bagi unsur silika antara 50.85 hingga 55.75%. Peratusan berat kering bagi titanium pula adalah daripada 0.83 hingga 1.07%. Peratusan berat kering

bagi aluminum pula adalah daripada 15.89 hingga 21.95%. Kandungan berat kering bagi besi pula adalah dalam lingkungan 7.71 hingga 10.62%. Mangan pula mempunyai peratusan berat kering dalam lingkungan 0.14 hingga 0.25%. Bagi magnesium, peratusan berat kering adalah daripada 0.95 hingga 1.79% dan kalsium pula 0.92 hingga 2.35%. Peratusan kandungan berat kering bagi natrium dan kalium masing-masing berada dalam lingkungan 0.47 hingga 1.29% dan 0.85 hingga 1.18%. Bagi unsur fosforus dan sulfur, peratusan kandungan berat kering masing-masing dalam lingkungan 0.21 hingga 0.67% dan 0.03 hingga 0.16%.

Jadual 5. Kandungan unsur utama dalam bata purba di Candi Serut B (%)

Formula	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃
CSB 1	55.75	0.92	20.54	8.47	0.18	1.26	0.92	0.47	0.93	0.23	0.05
CSB 2	52.58	0.98	18.52	9.42	0.14	1.79	2.35	1.29	1.18	0.67	0.07
CSB 3	55.62	0.96	17.26	8.30	0.17	1.07	1.50	0.75	1.18	0.26	0.05
CSB 4	54.41	0.92	19.91	8.07	0.14	1.36	1.48	0.69	0.97	0.36	0.04
CSB 5	54.09	0.92	18.09	8.48	0.19	1.19	1.09	0.55	1.12	0.66	0.05
CSB 6	55.31	0.92	19.66	8.45	0.17	1.14	1.12	0.57	1.07	0.50	0.06
CSB 7	53.84	0.95	15.89	8.38	0.17	0.96	1.13	0.62	1.04	0.23	0.03
CSB 8	55.21	0.97	18.96	8.52	0.19	1.24	1.18	0.61	1.00	0.21	0.06
CSB 9	50.85	1.07	21.11	10.62	0.20	1.47	1.10	0.49	0.85	0.25	0.05
CSB 10	53.67	0.97	17.96	8.70	0.17	1.13	1.02	0.51	0.97	0.54	0.05
CSB 11	55.28	1.02	19.19	8.83	0.16	1.24	1.35	0.79	1.02	0.46	0.04
CSB 12	53.30	0.98	17.93	8.76	0.17	1.11	0.98	0.51	0.98	0.63	0.05
CSB 13	53.64	1.01	21.95	9.11	0.16	1.12	1.27	0.51	1.09	0.53	0.07
CSB 14	54.93	0.83	17.61	7.71	0.23	0.95	1.37	1.28	1.17	0.36	0.16
CSB 15	54.54	0.97	19.48	8.66	0.25	1.18	1.09	0.63	1.02	0.52	0.06
Purata	54.20	0.96	18.94	8.70	0.18	1.21	1.26	0.68	1.04	0.43	0.06
Sis. piawai	1.31	0.06	1.58	0.67	0.03	0.21	0.35	0.26	0.10	0.17	0.03
Nilai Maks	55.75	1.07	21.95	10.62	0.25	1.79	2.35	1.29	1.18	0.67	0.16
Nilai Min	50.85	.083	15.89	7.71	0.14	0.95	0.92	0.47	0.85	0.21	0.03

Bagi kandungan unsur utama dalam sampel bata purba daripada Candi Lingga, peratusan kandungan unsur utama boleh dirujuk dalam Jadual 6 di bawah. Daripada jadual dapat dilihat sampel bata mengandungi peratusan berat kering bagi unsur silika antara 50.14 hingga 56.38%. Peratusan berat kering bagi titanium pula adalah daripada 0.86 hingga 1.04%. Peratusan berat kering bagi aluminum pula adalah daripada 17.13 hingga 20.59%. Kandungan berat kering bagi besi pula adalah dalam lingkungan 8.04 hingga 10.48%. Mangan pula mempunyai peratusan berat kering dalam lingkungan 0.10 hingga 0.38%. Bagi magnesium, peratusan berat kering adalah daripada 1.08 hingga 1.92% dan kalsium pula 1.48 hingga 3.02%. Peratusan kandungan berat kering bagi natrium dan kalium masing-masing berada dalam lingkungan 0.60 hingga 1.61% dan 0.95 hingga 1.40%. Bagi unsur fosforus dan sulfur, peratusan kandungan berat kering masing-masing dalam lingkungan 0.15 hingga 0.83% dan 0.03 hingga 0.06%.

Jadual 6. Kandungan unsur utama dalam bata purba di Candi Lingga (%)

Formula	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃
CL 1	50.14	0.90	18.48	10.10	0.32	1.69	3.00	1.37	1.15	0.80	0.04
CL 2	54.62	0.89	19.23	8.90	0.10	1.49	2.79	1.61	1.28	0.61	0.06
CL 3	55.07	0.95	19.52	9.45	0.16	1.86	2.60	1.39	1.14	0.17	0.04
CL 4	54.72	0.94	17.13	8.04	0.19	1.08	1.48	0.60	0.95	0.83	0.06
CL 5	52.38	1.04	19.26	10.48	0.14	1.93	2.71	1.34	1.03	0.18	0.04
CL 6	53.80	0.93	17.87	9.89	0.12	1.74	2.66	1.47	1.40	0.34	0.05
CL 7	56.05	0.92	18.42	9.09	0.13	1.62	2.84	1.61	1.28	0.18	0.05

CL 8	54.95	0.95	19.19	9.04	0.11	1.32	2.89	1.48	1.12	0.19	0.04
CL 9	53.96	0.96	17.66	9.19	0.17	1.38	2.82	1.42	1.38	0.45	0.06
CL 10	54.24	0.87	17.22	9.10	0.38	1.86	3.02	1.42	1.12	0.43	0.05
CL 11	56.38	1.01	20.59	8.92	0.13	1.34	1.64	0.91	1.16	0.25	0.04
CL 12	53.91	1.04	19.23	10.13	0.10	1.81	2.35	1.17	1.07	0.15	0.03
CL 13	53.75	1.02	19.49	10.11	0.18	1.92	2.73	1.37	1.11	0.18	0.05
CL 14	53.90	0.86	20.36	9.82	0.18	1.75	2.56	1.37	1.10	0.17	0.04
CL 15	55.36	0.97	18.56	9.36	0.15	1.59	2.73	1.38	1.26	0.27	0.04
Purata	54.22	0.95	18.81	9.44	0.17	1.63	2.59	1.33	1.17	0.35	0.05
Sis.	1.50	0.06	1.04	0.64	0.08	0.25	0.45	0.26	0.13	0.23	0.01
piawai											
Nilai	56.38	1.04	20.59	10.48	0.38	1.93	3.02	1.61	1.40	0.83	0.06
Maks											
Nilai Min	50.14	0.86	17.13	8.04	0.10	1.08	1.48	0.60	0.95	0.15	0.03

Bagi kandungan unsur utama dalam sampel bata purba daripada Candi Asem, peratusan kandungan unsur utama boleh dirujuk dalam Jadual 7 di bawah. Daripada jadual dapat dilihat sampel bata mengandungi peratusan berat kering bagi unsur silika antara 49.23 hingga 54.89%. Peratusan berat kering bagi titanium pula adalah daripada 0.91 hingga 1.12%. Peratusan berat kering bagi aluminium pula adalah daripada 16.28 hingga 19.70%. Kandungan berat kering bagi besi pula adalah dalam lingkungan 8.91 hingga 10.95%. Mangan pula mempunyai peratusan berat kering dalam lingkungan 0.10 hingga 0.29%. Bagi magnesium, peratusan berat kering adalah daripada 0.88 hingga 1.79% dan kalsium pula 1.92 hingga 2.67%. Peratusan kandungan berat kering bagi natrium dan kalium masing-masing berada dalam lingkungan 0.89 hingga 1.41% dan 0.81 hingga 1.20%. Bagi unsur fosforus dan sulfur, peratusan kandungan berat kering masing-masing dalam lingkungan 0.11 hingga 0.34% dan 0.03 hingga 0.06%.

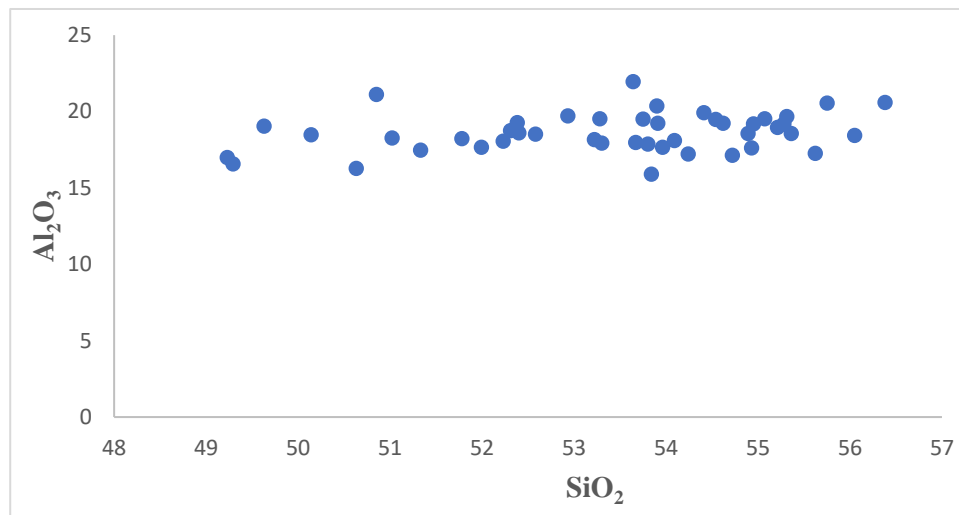
Jadual 7. Kandungan unsur utama dalam bata purba di Candi Asem (%)

Formula	SiO₂	TiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	MnO	MgO	CaO	Na₂O	K₂O	P₂O₅	SO₃
CA 1	52.23	0.91	18.05	9.22	0.29	1.12	2.39	1.09	1.06	0.14	0.06
CA 2	51.33	0.98	17.46	9.91	0.11	1.79	2.27	1.13	1.07	0.13	0.05
CA 3	54.89	1.00	18.55	8.91	0.10	1.41	1.92	1.07	1.13	0.17	0.05
CA 4	51.02	1.04	18.27	9.42	0.11	0.88	2.12	0.86	1.00	0.16	0.06
CA 5	52.31	1.01	18.74	9.33	0.11	1.26	2.34	1.22	1.07	0.11	0.05
CA 6	49.23	1.04	16.99	10.55	0.11	1.70	2.60	1.26	1.14	0.13	0.04
CA 7	51.99	1.00	17.65	9.57	0.11	1.60	2.61	1.32	1.20	0.34	0.06
CA 8	52.93	1.03	19.70	9.66	0.13	1.68	1.93	0.95	0.87	0.11	0.04
CA 9	49.63	1.01	19.03	10.14	0.17	1.58	2.49	1.34	0.99	0.19	0.06
CA 10	50.63	1.02	16.28	9.74	0.12	1.56	2.35	1.15	1.16	0.15	0.04
CA 11	52.40	0.98	18.60	9.86	0.10	1.76	2.12	1.03	1.13	0.13	0.03
CA 12	49.29	1.12	16.57	10.95	0.19	1.60	2.52	1.18	0.81	0.13	0.03
CA 13	53.28	0.94	19.52	9.43	0.12	1.33	2.00	0.98	1.19	0.17	0.06
CA 14	53.22	0.98	18.16	9.54	0.16	1.77	2.67	1.41	1.15	0.23	0.04
CA 15	51.78	0.95	18.23	9.30	0.11	0.92	2.36	0.92	1.00	0.16	0.05
Purata	51.74	1.00	18.12	9.70	0.14	1.46	2.31	1.13	1.06	0.16	0.05
Sis.	1.60	0.05	0.99	0.53	0.05	0.30	0.25	0.16	0.11	0.06	0.01
piawai											
Nilai	54.89	1.12	19.70	10.95	0.29	1.79	2.67	1.41	1.20	0.34	0.06
Maks											
Nilai	49.23	0.91	16.28	8.91	0.10	0.88	1.92	0.86	0.81	0.11	0.03
Min											

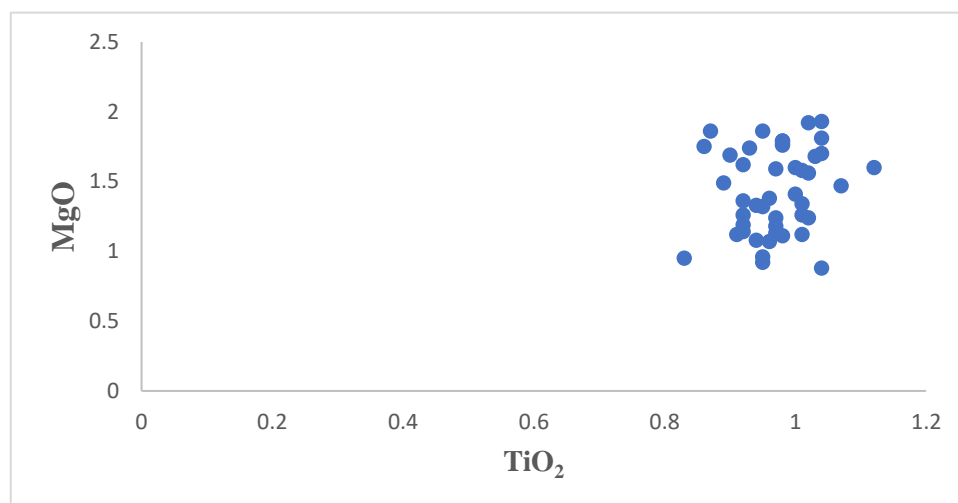
Peratusan berat kering unsur SiO₂ dan Al₂O₃ bagi sampel bata dari Telagajaya ditunjukkan dalam Rajah 1. Kandungan silika dan aluminium menunjukkan bata mempunyai kandungan silika yang tinggi. Selain itu, taburan unsur SiO₂ dan Al₂O₃ bagi sampel bata dari Telagajaya menunjukkan

kandungan SiO_2 dan Al_2O_3 yang sekata. Ini menunjukkan sumber bahan mentah yang sama telah digunakan untuk membuat bata bagi bangunan candi di Telagajaya.

Peratusan berat kering unsur MgO dan TiO_2 bagi sampel bata di Telagajaya pula dapat dilihat pada Rajah 2. Daripada rajah tersebut dapat dilihat pengelompokan taburan sampel dan ini menunjukkan bata yang digunakan untuk pembinaan candi di Telagajaya telah menggunakan bahan asas atau bahan mentah iaitu sumber tanah liat daripada kawasan yang sama.



Rajah 4. Peratus berat kering unsur (%) SiO_2 dan Al_2O_3 bagi sampel bata di Telagajaya



Rajah 5. Peratusan berat kering unsur (%) MgO dan TiO_2 bagi sampel bata di Telagajaya

Kandungan unsur surih

Kandungan unsur surih yang terdapat dalam sampel bata Candi Serut B adalah seperti barium, kromium, kuprum, nikel, rubidium, strontium, zink, klorin dan juga zirconium. Kandungan unsur surih setiap sampel bata pada Candi Serut B boleh dilihat dalam Jadual 8 di bawah. Daripada jadual, dapat diperhatikan hanya rubidium, strontium, zink dan zirkonium sahaja yang hadir unsur surihnya dalam setiap sampel. Kandungan unsur barium dalam sampel bata adalah dalam lingkungan 200 hingga 600 ppm. Bagi kromium pula kandungannya dalam lingkungan 50 ppm hingga 100 ppm. Kuprum kandungannya berada dalam lingkungan 54 hingga 87 ppm. Kandungan nikel pula antara

38 hingga 61 ppm. Bagi rubidium dan strontium pula, kandungannya masing-masing adalah daripada 32 hingga 54 ppm dan 100 hingga 400 ppm. Bagi zink dan zirconium pula, kandungannya masing-masing berada dalam lingkungan 100 hingga 1100 ppm dan 100 hingga 400 ppm. Bagi kandungan klorin pula, kandungan unsur surihnya berada dalam lingkungan 100 hingga 2800 ppm.

Jadual 8. Kandungan unsur surih dalam bata purba di Candi Serut B (ppm)

Formula	BaO	Cr ₂ O ₃	CuO	NiO	Rb ₂ O	SrO	ZnO	ZrO ₂	Cl
CSB 1	300	71	61	57	38	100	200	200	100
CSB 2	400	86	63	61	48	200	100	100	700
CSB 3	400	BDL	56	BDL	54	200	200	200	BDL
CSB 4	300	BDL	62	BDL	37	100	200	400	BDL
CSB 5	200	93	66	38	43	100	200	200	100
CSB 6	600	BDL	76	BDL	42	100	200	200	200
CSB 7	BDL	53	67	BDL	46	100	1100	200	BDL
CSB 8	BDL	50	54	BDL	41	100	200	200	500
CSB 9	BDL	100	87	41	38	100	200	200	BDL
CSB 10	400	BDL	73	51	49	100	200	200	100
CSB 11	BDL	BDL	BDL	48	44	400	200	200	400
CSB 12	300	BDL	58	49	38	100	200	200	BDL
CSB 13	500	91	71	BDL	32	100	200	200	BDL
CSB 14	400	81	69	49	51	200	100	200	2800
CSB 15	BDL	88	67	58	32	100	200	200	200

Kandungan unsur surih yang terdapat dalam sampel bata Candi Lingga adalah seperti barium, kromium, kuprum, nikel, rubidium, strontium, zink, klorin dan juga zirconium. Kandungan unsur surih setiap sampel bata pada Candi Lingga boleh dilihat dalam Jadual 9 di bawah. Daripada jadual, dapat diperhatikan hanya kuprum, rubidium, strontium, zink dan zirconium sahaja yang hadir unsur surihnya dalam setiap sampel. Kandungan unsur barium dalam sampel bata adalah dalam lingkungan 0.03 hingga 0.06%. Bagi kromium pula kandungannya dalam lingkungan 56 ppm hingga 0.01%. Kuprum kandungannya berada dalam lingkungan 49 hingga 86 ppm. Kandungan nikel pula antara 39 hingga 67 ppm. Bagi rubidium dan strontium pula, kandungannya masing-masing adalah daripada 29 hingga 52 ppm dan 0.01 hingga 0.03%. Bagi zink dan zirconium pula, kandungannya masing-masing berada dalam lingkungan 83 ppm hingga 0.02% dan 0.01 hingga 0.02%. Kandungan klorin pula berada dalam lingkungan 92 ppm dan 0.01%.

Jadual 9. Kandungan unsur surih dalam bata purba di Candi Lingga

Formula	BaO	Cr ₂ O ₃	CuO	NiO	Rb ₂ O	SrO	ZnO	ZrO ₂	Cl
CL 1		91 ppm	72 ppm	51 ppm	38 ppm	0.03%	0.02%	0.01%	0.01%
CL 2	0.03%		72 ppm		45 ppm	0.03%	0.01%	0.01%	0.01%
CL 3	0.06%	76 ppm	64 ppm	56 ppm	34 ppm	0.02%	0.02%	0.01%	0.01%
CL 4	0.03%	0.01%	74 ppm	43 ppm	43 ppm	0.02%	83 ppm	0.02%	0.01%
CL 5			61 ppm		43 ppm	0.02%	0.02%	0.01%	0.01%
CL 6	0.04%	69 ppm	84 ppm	39 ppm	47 ppm	0.02%	0.02%	0.01%	0.02%
CL 7	0.03%		74 ppm		42 ppm	0.02%	0.01%	0.01%	
CL 8	0.03%		73 ppm	45 ppm	40 ppm	0.03%	0.02%	0.01%	
CL 9	0.06%	96 ppm	55 ppm	47 ppm	49 ppm	0.03%	0.01%	0.01%	99 ppm
CL 10	0.06%	0.01%	86 ppm	40 ppm	47 ppm	0.03%	0.01%	0.01%	0.01%
CL 11	0.05%		85 ppm	67 ppm	41 ppm	0.01%	0.02%	0.02%	
CL 12	0.04%	95 ppm	49 ppm		52 ppm	0.02%	0.01%	0.02%	
CL 13	0.03%		54 ppm	52 ppm	29 ppm	0.02%	0.02%	0.01%	0.08%
CL 14	0.03%	56 ppm	84 ppm	62 ppm	43 ppm	0.02%	0.01%	0.01%	92 ppm
CL 15	0.04%	0.01%	64 ppm		40 ppm	0.02%	0.01%	0.01%	

Kandungan unsur surih yang terdapat dalam sampel bata Candi Asem adalah seperti barium, kromium, kuprum, nikel, rubidium, strontium, tungsten, zink dan juga zirconium. Kandungan unsur surih setiap sampel bata pada Candi Asem boleh dilihat dalam Jadual 10 di bawah. Daripada jadual, dapat diperhatikan hanya nikel, zink dan zirconium sahaja yang hadir unsur surihnya dalam setiap sampel. Kandungan unsur barium dalam sampel bata adalah dalam lingkungan 0.02 hingga 0.08%. Bagi kromium pula kandungannya dalam lingkungan 45 ppm hingga 0.01%. Kuprum kandungannya berada dalam lingkungan 46 hingga 74 ppm. Kandungan nikel pula antara 29 hingga 67 ppm. Bagi rubidium dan strontium pula, kandungannya masing-masing adalah daripada 28 hingga 56 ppm dan 0.02 hingga 0.03%. Bagi zink dan zirconium pula, kandungannya masing-masing berada dalam lingkungan 0.01 hingga 0.02% dan 97 ppm hingga 0.03%. Bagi kandungan tungsten pula, kandungan unsur surihnya berada dalam lingkungan 0.02 hingga 0.07%.

Jadual 10 Kandungan unsur surih dalam bata purba di Candi Asem

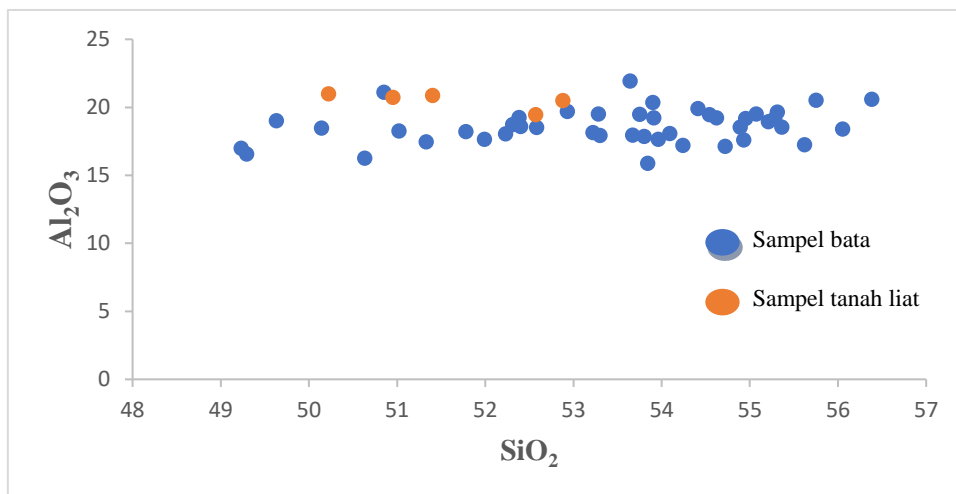
Formula	BaO	Cr ₂ O ₃	CuO	NiO	Rb ₂ O	SrO	WO ₃	ZnO	ZrO ₂
CA 1	0.06%	45 ppm	64 ppm	47 ppm	40 ppm		0.04%	0.02%	0.01%
CA 2	0.03%	82 ppm	66 ppm	43 ppm	52 ppm	0.02%	0.07%	0.01%	0.02%
CA 3	0.03%	92 ppm	68 ppm	43 ppm	52 ppm	0.02%	0.07%	0.01%	0.02%
CA 4	0.08%		70 ppm	49 ppm	33 ppm	0.02%		0.02%	0.01%
CA 5	0.05%		62 ppm	47 ppm	43 ppm	0.03%		0.01%	0.01%
CA 6	0.03%		71 ppm	41 ppm	56 ppm	0.02%	0.04%	0.02%	0.01%
CA 7	0.04%	95 ppm	46 ppm	41 ppm	34 ppm	0.02%	0.05%	0.02%	0.01%
CA 8		0.01%	55 ppm	51 ppm	28 ppm	0.02%	0.02%	0.02%	0.02%
CA 9	0.06%		72 ppm	50 ppm	37 ppm	0.02%		0.02%	0.01%
CA 10		0.01%	54 ppm	29 ppm		0.02%	0.04%	0.02%	0.01%
CA 11				61 ppm	55 ppm	0.02%	0.02%	0.02%	0.02%
CA 12	0.02 %		74 ppm	65 ppm	36 ppm	0.03%	0.03%	0.01%	0.02%
CA 13	0.04%	88 ppm	65 ppm	67 ppm	48 ppm	0.02%	0.02%	0.02%	0.01%
CA 14			63 ppm	67 ppm	34 ppm	0.02%	0.03%	0.01%	97 ppm
CA 15	0.07%	0.01%	68 ppm	41 ppm	39 ppm	0.02%		0.01%	0.01%

Perbandingan dengan sumber tempatan

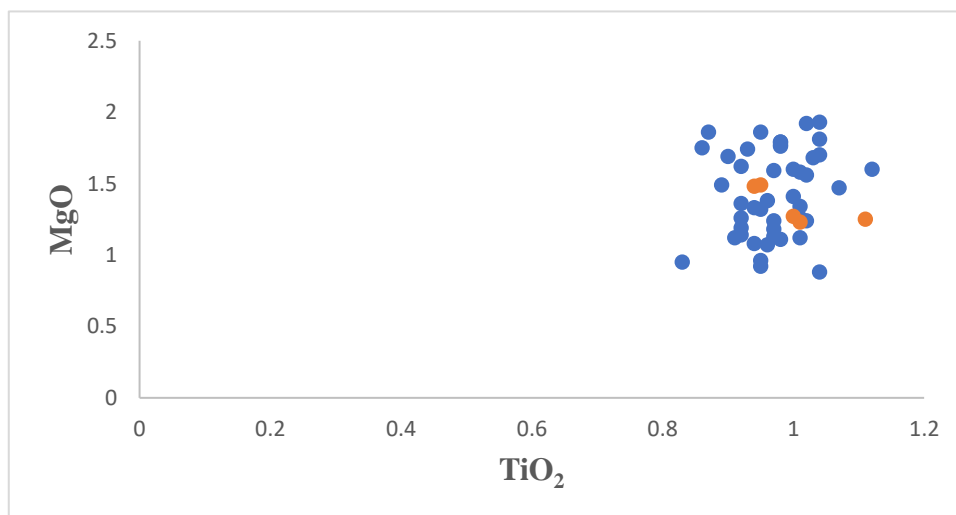
Perbandingan kandungan unsur yang terdapat dalam batu bata candi Telagajaya dengan kandungan unsur yang terdapat dalam tanah liat sekitar kawasan Telagajaya perlu dilakukan untuk mendapatkan bukti sama ada bata yang digunakan untuk membuat candi menggunakan bahan mentah iaitu tanah liat yang terdapat di sekitar Telagajaya atau ianya dibawa dari luar.

Terdapat 3 kawasan untuk mendapatkan sumber tanah liat di sekitar kawasan Telagajaya sebagai sampel bandingan. Tiga kawasan tersebut adalah tapak lombong sumber tanah liat kilang bata yang telah ditinggalkan, tepi Sungai Citarum iaitu tanah liat hasil daripada kesan banjir dan juga bancuhan tanah liat untuk dibuat bata oleh penduduk setempat (Muhamad Shafiq 2018).

Berdasarkan Rajah 3 dan 4, dapat dilihat terdapatnya pertindihan antara kandungan unsur yang sampel bata dan juga sampel tanah liat di sekitar kawasan percandian Telagajaya. Pertindihan kandungan unsur antara sampel bata dan juga sampel tanah liat membuktikan bahawa sumber bahan mentah iaitu tanah liat yang digunakan untuk membuat batu bata diambil di sekitar kawasan Telagajaya. Ini juga dapat membuktikan bahawa batu bata candi dibuat oleh masyarakat tempatan yang menggunakan bahan mentah sekitar mereka untuk membuat bata bagi pembinaan bangunan candi.



Rajah 6. Kandungan peratusan berat kering unsur (%) SiO₂ dan Al₂O₃ bagi sampel bata dan tanah liat di sekitar kawasan Desa Telagajaya



Rajah 7. Kandungan peratusan berat kering unsur (%) MgO dan TiO₂ bagi sampel bata dan tanah liat di sekitar kawasan Desa Telagajaya

KESIMPULAN

Analisis kandungan mineral dan unsur dalam bata candi di Desa Telagajaya menunjukkan sampel yang dianalisis menggunakan sumber bahan mentah yang sama. Berdasarkan analisis kandungan mineral, sampel bata yang digunakan untuk pembangunan bangunan percampuran di Desa Telagajaya telah dibakar pada suhu yang tinggi iaitu dibakar pada suhu lebih daripada 800°C. Berdasarkan analisis kandungan unsur utama dan unsur surih pula, dapat dibuktikan bahawa bahan mentah yang digunakan untuk membuat bata diambil daripada sumber yang sama. Perbandingan antara kandungan unsur bata dan juga unsur tanah liat sekitar kawasan Desa Telagajaya juga menunjukkan bahawa tanah liat di sekitar kawasan Desa Telagajaya telah digunakan sebagai bahan mentah untuk membuat bata. Hasil perbandingan ini menunjukkan bahawa masyarakat tempatan mempunyai sumbangan dalam pembinaan bangunan candi di kawasan Desa Telagajaya apabila mereka menggunakan bahan mentah sekitar mereka untuk membuat bata. Oleh yang demikian, dapatlah disimpulkan bahawa pembinaan candi di Kompleks Percandian Batujaya terutamanya di kawasan Desa Telagajaya dibangunkan oleh masyarakat tempatan dan ini merupakan kearifan tempatan masyarakat setempat. Dapat disimpulkan juga antara abad ke-5 hingga 7, masyarakat tempatan ini sudah pandai membuat dan membakar batu bata dan seterusnya sudah pandai untuk membuat bangunan peribadatan mereka.

RUJUKAN

- Cardiano, P., Ioppolo, S., Concetta de Stefano, Antonello Pettignano, Sergio Sergi & Pasquale Piraino. 2004. Study and characterization of the ancient bricks of monastery of San Filippo di Fragala in Frazzano (Sicily). *Analytica Chimica Acta* 519: 103-111.
- Cultrone, G., Sebastian, E., Elert, K., Jose de la T.M., Cazalla, O., Rodriguez-Navarro, C. 2004. Influence of mineralogy and firing temperature on the porosity of bricks. *Journal of the European Ceramic Society* 24: 547-564.
- Djafar, Hasan. 2010. *Kompleks Percandian Batujaya: Rekonstruksi Sejarah Kebudayaan Daerah Pantai Barat Utara Jawa Barat*. Bandung. Penerbit Kiblat Buku Utama.
- Djafar, Hassan dkk. 1998. *Penelitian Arkeologi di Situs Segaran II*. Depok: Pusat Penelitian Kemasyarakatan dan Budaya, Lembaga Penelitian Universitas Indonesia.
- Jurusan Arkeologi FSUI. 1985. Peninggalan Purbakala di Batujaya, Kerawang. Lapotan Jurusan Arkeologi Fakultas Sastra Universitas Indonesia untuk Proyek Penelitian Purbakala Jakarta. (Tidak diterbitkan)
- Jurusan Arkeologi FSUI. 1986. Laporan Sementara Penggalan Purbakala di Desa Segaran, Kecamatan Batujaya, Kabupaten Karawang, Propinsi Jawa Barat (Tidak diterbitkan).
- Miniatis, Y., Simopoulos, A. and Kostikas, A. 1981. Moessbauer study of the effect of calcium content in iron oxide transformations in fired clays. *Journal American Ceramic Society* 64: 263-269.
- Muhamad Shafiq Mohd Ali. 2018. Analisis kandungan mineral, unsur surih dan unsur utama bata candi di Kompleks Percandian Batujaya, Jawa Barat, Indonesia. Tesis Sarjana, Intitut Alam & Tamadun Melayu, Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Muhamad Shafiq Mohd Ali & Zuliskandar Ramli. 2015. Analisis komposisi bata purba di Candi Lingga (TJL II), Batujaya, Indonesia. *Jurnal Arkeologi Malaysia* 28: 102-111.
- Muhamad Shafiq Mohd Ali & Zuliskandar Ramli. 2017. Analisis komposisi bahan bata purba di Candi Serut B (TLJ I). *Jurnal Arkeologi Malaysia* 30(2): 21-28.
- Muhamad Shafiq Mohd Ali, Zuliskandar Ramli & Bambang Budi Utomo. 2016. Analisis komposisi bata purba di Candi Asem (TLJ V), Kompleks Percandian Batujaya, Indonesia. *Jurnal Arkeologi Malaysia* 29(1): 33-41.
- Muhamad Shafiq Mohd Ali, Zuliskandar Ramli, Mohd Rohaizat Abdul Wahab & Bambang Budi Utomo. 2014. Analisis sinar-x berpendarflour (XRF) dan pembelauan sinar-x (XRF) bata purba di Candi Asem (TLJ V). *Prosiding Seminar Antarabangsa Ke-3 Arkeologi, Sejarah dan Budaya di Alam Melayu*, hlm. 251-259. Bangi: Universiti Kebangsaan Malaysia.

- Ramli, Z., N.H.S.N.A. Rahman, A. Jusoh and M.Z. Hussein, 2012. Compositional analysis on ancient bricks from Candi Sungai Mas (Site 32/34), Bujang Valley, Kedah. *Am. J. Appl. Sci.* 9: 196-201.
- Zuliskandar Ramli 2012. Proses Akulturasi Budaya India dan Transformasi Ilmu Masyarakat Melayu Kedah Tua Berdasarkan Data Arkeologi dan Kajian Saintifik. Tesis PhD. Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Zuliskandar Ramli, Nik Hassan Shuhaimi Nik Abdul Rahman, Abdul Latif Samian, Muhammad Rizal Razman, Sharifah Zarini Syed Zakaria & Ahmad Rizal Mohd Yusof. 2014. Usage of Local Raw Material in the Construction of Candi Pengkalan Bujang (Site 18), Bujang Valley, Kedah. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology* 7(9): 1779-1786.
- Zuliskandar, R., H.S. Nik, A.R. Nik, L.S. Abdul, M.N. Suhaini and A.M. Mohd, 2011. Scientific analysis of ancient bricks at Bukit Pendiak Temple (Site 17) and Pengkalan Bujang Temple (Site 23): A comparative study. *Res. J. Appl. Sci.* 6: 473-478.

Muhamad Shafiq Mohd Ali
Pegawai Sains Kanan
Institut Alam & Tamadun Melayu
Universiti Kebangsaan Malaysia
Emel: muhdshafiq@ukm.edu.my

Zuliskandar Ramli, PhD
Felo Penyelidik Kanan
Institut Alam & Tamadun Melayu
Universiti Kebangsaan Malaysia
Emel: ziskandar@ukm.edu.my

Diserahkan: 16 Oktober 2022
Diterima: 20 November 2022
Diterbitkan: 31 Disember 2022