

Tingkat Teknologi Logam Dalam Masyarakat Pendukung Budaya Situs Pasir Angin

R.r. Triwurjani; Sudarti Prijono

Keywords: archaeometallurgy, workshop, metal, iron, west java, metallurgy, history

How to Cite:

Triwurjani, R., & Prijono, S. (1998). Tingkat Teknologi Logam Dalam Masyarakat Pendukung Budaya Situs Pasir Angin. *Berkala Arkeologi*, 18(2), 12–22. <https://doi.org/10.30883/jba.v18i2.780>



Berkala Arkeologi

<https://berkalaarkeologi.kemdikbud.go.id/>

Volume 18 No. 2, 1998, 12-22

DOI: [10.30883/jba.v18i2.780](https://doi.org/10.30883/jba.v18i2.780)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

TINGKAT TEKNOLOGI LOGAM DALAM MASYARAKAT PENDUKUNG BUDAYA SITUS PASIR ANGIN

Oleh :
Rr. Triwuryani*
Sudarti Prijono**

I. Latar Belakang

Penelitian arkeologi di Indonesia dewasa ini telah banyak melibatkan beberapa disiplin ilmu selain ilmu arkeologi itu sendiri, demikian pula dalam pelaksanaan interpretasi data. Arkeologi tidak hanya memandangi artefak logam dari sisi keindahan bentuk, dan hiasannya saja melainkan diamati pula bagaimana cara membuatnya, dan bahan apa saja yang digunakan (Haryono, 1983).

Di Indonesia banyak ditemukan situs arkeologi yang berhubungan dengan benda-benda logam terutama perunggu baik yang berasal dari masa perundagian, masa klasik, dan masa islam. Berkaitan dengan tulisan ini maka salah satu situs masa perundagian yang diketahui banyak menghasilkan benda logam yaitu Situs Pasir Angin akan dipakai sebagai sumber pembahasan. Situs Pasir Angin adalah merupakan situs dengan karakteristik kebudayaan megalitik (Sukendar, 1986). Situs ini terletak di wilayah Desa Cemplang, Kecamatan Cibungbulang, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Secara geografis terletak pada koordinat 6°34'28" - 6°34'43" LS dan antara 106°38'18" - 106°38'41" BT pada ketinggian ± 210 meter di atas permukaan laut, serta terletak di sebuah meander sungai Cianten (Prastyo dan Diniasti, 1986). Bentang alam situs ini mempunyai luas ± 2.000 m² dengan kontur permukaan bagian atas rata, sedangkan di sisinya terjal dengan tingkat kemiringan 40° - 80°. Litologi tanah situs ini terdiri dari batuan lempung, napal, pasir tufa, dan batuan pasir kuarsa.

Situs Pasir Angin pertama kali diteliti oleh Yayasan Penelitian Masalah Asia (YPMA) pada tahun 1970. Yayasan ini melakukan ekskavasi di situs tersebut dan berhasil memperoleh temuan berupa fragmen tembikar, kapak perunggu dan mata panah (LPPN, 1972:1). Berdasarkan hasil penelitian ini kemudian Lembaga Purbakala dan Peninggalan Sejarah (LPPN) pada tahun 1971 sampai 1975 melakukan kegiatan ekskavasi yang bersifat lebih intensif. Kegiatan ekskavasi ini telah berhasil mengumpulkan dan mendokumentasikan bermacam-macam temuan artefak, yaitu manik-manik yang terbuat dari batu dan kaca, gelang terbuat dari kaca, beliung persegi, belincung, batu pukul, dan batu bulat (monolit). Selain temuan-temuan ini juga diperoleh temuan berupa arang, hematit, tulang binatang dan sisa tumbuh-tumbuhan.

* Pusat Penelitian Arkeologi Nasional
** Balai Arkeologi Bandung

Soejono (1984), menyatakan bahwa batu monolit yang terletak di bukit tersebut sebagai media kegiatan upacara. Asumsi tersebut didasarkan atas temuan-temuan yang berkelompok yang disusun menurut pola tertentu yang berorientasi ke arah batu monolit tersebut (Soejono, 1984:279). Selanjutnya Haris Sekunder berasumsi bahwa berdasarkan atas sejumlah temuan yang terletak di sebelah timur batu monolit, ia menyatakan terdapatnya batu monolit tersebut sebagai akibat adanya konsep megalitik yang dikategorikan sebagai menhir untuk upacara pemujaan (Sukendar, 1983:99).

Edy Sedyawati (1986) dalam bahasannya mengenai masyarakat Jawa Barat menyatakan ada 2 (dua) ciri budaya masyarakat Jawa Barat. Tahap pertama adalah sisa-sisa kegiatan ritual di permukiman sederhana di Jaman Prasejarah yang dibuktikan dengan adanya Situs Pasir Angin. Tahap kedua, yaitu tahap pemukiman terkoordinasi masa Kerajaan Tarumanegara.

Bagyo Prasetyo (1995) dalam tesisnya tentang Situs Pasir Angin menyimpulkan bahwa ada 2 (dua) fase yang pernah berperan di situs tersebut, yakni fase pertama adalah Prasejarah (neolitik) 2.420 - 510 SM yang ditandai dengan beliung persegi, kapak perunggu, dan fase pasca prasejarah (tradisi) 670 - 900 M, yang ditandai dengan munculnya batu monolitik. Adapun fungsi situs ini adalah sebagai media pemujaan.

Sebagai situs pemujaan, Pasir Angin mempunyai beraneka macam artefak tinggalan masyarakat pendukungnya. Artefak-arterfak tersebut di antaranya dari bahan perunggu seperti kapak tipe Soejono II B dan tipe kipas, tongkat, bandul kalung, kapak dan tombak besi, topeng dan spiral emas, serta alat batu dan manik-manik. Temuan yang berasal dari bahan tanah liat di antaranya periuk, cawan, dan porselin.

Banyaknya temuan benda logam di situs ini merupakan suatu fenomena yang menarik, apalagi jika dikaitkan dengan fungsi situs tersebut sebagai situs pemujaan. Mengacu kepada hal tersebut di atas maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkatan teknologi logam dari masyarakat pendukung budaya logam di Situs Pasir Angin. Pengetahuan mengenai tingkatan teknologi logam ini diharapkan dapat untuk mempelajari tingkah laku manusia pendukung kebudayaan tersebut.

Oleh karena penelitian ini mengarah kepada masalah teknologi maka pendekatan yang dianggap sesuai untuk mencapai tujuan tersebut ialah pendekatan bentuk. Pendekatan ini mengacu kepada suatu kesepakatan masyarakat yang berlaku secara umum pada masa itu. Aspek yang akan dilihat dari pendekatan ini adalah aspek teknologis, atau yang berkenaan dengan atribut-atribut teknologi (*technological attribute*). Penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahapan, yaitu tahapan survei baik yang bersifat kepustakaan maupun lapangan untuk mengenali dan mencermati artefak-arterfak

logam yang berada di situs tersebut. Tahap selanjutnya adalah melakukan analisis laboratoris untuk mengetahui jejak-jejak teknik pembuatan yang ditinggalkan pada artefak. Analisis laboratoris yang dilaksanakan ialah analisis metalografi sebagai sarana untuk mengungkapkan cara-cara pembentukan benda logam, dan analisis unsur untuk mengetahui komposisi unsur-unsur penyusun benda logam tersebut.

II. Rumusan Masalah

Survei maupun studi kepustakaan yang dilakukan telah berhasil memperlihatkan adanya keragaman artefak yang terdapat di Situs Pasir Angin. Bentuk-bentuk artefak tersebut antara lain cawan dari berbagai tipe yang terbuat dari bahan tanah liat, manik-manik terbuat dari batu dan kaca, benda logam dari perunggu, besi dan emas, serta porselin. Benda logam yang berhasil ditemukan di situs ini antara lain kapak perunggu tipe Soejono II B, candrasa, kapak perunggu tipe kipas, tongkat perunggu berhias lingkaran, tongkat perunggu berhias tumpal, bandul kalung perunggu, kapak dan tombak besi, serta topeng dan spiral emas yang merupakan fragmen dari sebuah ikat pinggang. Artefak-artefak tersebut di atas merupakan hasil ekskavasi, dan sebagian dari artefak tersebut merupakan artefak yang dianalisis, serta hasilnya akan dibahas dalam tulisan ini.

Temuan-temuan logam yang beraneka ragam tersebut dapat menggambarkan adanya suatu kegiatan logam yang sangat penting terutama dalam hubungan dengan temuan benda logam yang sebagian besar terbuat dari perunggu. Selain temuan artefak perunggu di atas, di situs yang sama juga banyak ditemukan kerak logam, dan fragmen-fragmen wadah pelebur. Adanya fenomena ini maka diperkirakan di situs tersebut selain sebagai tempat pemujaan juga sebagai tempat pertukangan logam, yang lokasinya menempati di salah satu sisi areal situs.

Penelitian secara laboratoris, yang berkaitan dengan aspek teknologis akan menjadi kajian dalam penelitian ini. Secara umum teknologi metalurgi mengandung pengertian tentang teknologi yang kompleks dan mencakup dua hal pokok, yakni cara-cara pengambilan logam dari bijihnya, dan cara-cara membuat artefak dari bahan logam. Secara teknis metalurgi didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari ekstraksi logam dari sumbernya dan teknik-teknik pembuatan alat-alat dari bahan logam (Grosvenor, 1954). Jika melihat kepada sasaran kedua, yaitu cara-cara membuat artefak dari logam, maka akan tampak adanya kaitan antara perilaku manusia pembuat artefak logam masa lampau dengan proses metalurgi.

Proses metalurgi sendiri oleh Wolf disebut sebagai suatu proses pemurnian logam dan pembuatan bahan paduan logam atau campuran logam yang digunakan untuk maksud-maksud tertentu (Wolf, 1986). Ia juga menyatakan bahwa dalam pelaksanaan proses

metalurgi asas kimia dan asas fisika, kedua-duanya digunakan walaupun dalam kapasiti yang berbeza. Asas fisika sebagian besar diterapkan pada proses metalurgi yang mengelola dan mengolah logam dalam skala besar seperti penambangan bijih dan *tanur* besi, serta berkaitan dengan kegiatan ekonomi tertentu. Skala kecil seperti untuk kepentingan penelitian laboratorium, di sini asas kimialah yang berperanan. Sehubungan dengan penelitian tentang metalurgi masa lampau yang umumnya menghadapi jumlah sampel yang sangat terbatas, maka hanya asas kimia saja yang berperanan. Metode penelitian yang berkaitan dengan penerapan asas kimia adalah analisis metalografi.

Jika diamati secara seksama antara teknologi metalurgi dan letak situs arkeologi dalam hal ini Situs Pasir Angin diperkirakan terdapat keterkaitan tertentu antara masyarakat pendukungnya dengan lingkungan di sekitarnya. Demikian pula antara teknik metalurgi benda yang dihasilkan dengan manusia pembuatnya. Manusia dalam usahanya untuk mempertahankan kehidupannya akan berupaya untuk menaklukkan alam sekitarnya baik secara merubah lingkungan ataupun mengolah sumberdaya alamnya. Salah satu usaha untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya ialah menciptakan peralatan-peralatan baik yang berasal dari lingkungan di sekitarnya maupun dengan mendatangkan dari daerah lain. Salah satu dari beberapa peralatan yang dimaksud ialah perkakas dari bahan perunggu. Permasalahan yang timbul adalah bagaimana mereka membuat alat-alat dari bahan perunggu, karena seperti diketahui bahwa perunggu adalah merupakan logam paduan tembaga dan timah yang dalam proses pembuatannya memerlukan panas yang tinggi. Oleh karena itu digunakan pendekatan teknologi yang diperkirakan dapat menjelaskan permasalahan tersebut di atas. Dalam pendekatan teknologi maka aspek bahan yang dipergunakan, teknik pembuatan, dan bentuk artefak akan dicoba untuk dikaji.

Mengacu kepada tujuan umum studi arkeologi menurut Binford (1962), yaitu rekonstruksi sejarah kebudayaan, rekonstruksi cara-cara hidup, dan penggambaran proses budaya maka tujuan penelitian ini merupakan sebagian kecil dari rekonstruksi cara-cara hidup. Penelitian bertujuan untuk mengetahui teknik-teknik pembuatan artefak logam khususnya perunggu. Untuk memenuhi tujuan tersebut maka data mengenai metalurgi yang terdapat di Situs Pasir Angin diusahakan dideskripsi ke dalam dimensi teknologi, sedangkan metode penelitian yang diterapkan adalah, survei, deskripsi, dan analisis laboratorium.

III. Pelaksanaan Penelitian.

Pelaksanaan penelitian meliputi dua kategori, yaitu penelitian lapangan yang bertujuan untuk mengumpulkan data arkeologi tentang artefak-artefak yang ditemukan, situasi dan lingkungan, serta topografi situs. Hasil penelitian kategori

pertama seperti yang terangkum dalam pendahuluan. Adapun hasil penelitian kategori kedua adalah hasil analisis laboratorium.

Analisis laboratorium yang akan diterapkan dalam penelitian untuk mengetahui tentang aspek teknologi pembuatan benda perunggu adalah analisis metalografi. Dalam analisis ini artefak logam perunggu yang akan dianalisis diperoleh dari gudang artefak Pusat Penelitian Arkeologi Nasional Jakarta atas dasar persetujuan Kepala Pusat Penelitian Arkeologi Nasional tanggal 10 September 1996.

Metode analisis metalografi ini merupakan suatu studi dalam bidang metalurgi yang mempelajari bentuk struktur mikro suatu material yang bersifat logam. Seperti diketahui bahwa struktur mikro dari materi yang bersifat logam ini adalah sangat kompleks dan berada pada suatu keseimbangan tertentu, dapat teratur maupun tidak teratur tergantung kepada kondisi artefak logam yang dianalisis. Dasar dari analisis ini ialah karena adanya sifat logam yang dipertimbangkan dapat untuk menerangkan tentang proses pembuatan yang pernah diterapkan.

Adapun untuk mengetahui komposisi dari unsur logam yang terdapat di dalam artefak perunggu tersebut diterapkan analisis *Atomic Absorption Spectrophotometry*. Dasar dari analisis ini ialah jika dalam suatu larutan mengandung suatu garam yang berasal dari unsur logam atau senyawa unsur logam lain, ia akan menghembuskan suatu uap yang dapat terbakar menjadi suatu nyala. Uap yang terbakar ini akan mengandung atom-atom logam yang terbentuk. Beberapa atom logam dapat sinakkan sampai pada suatu tingkat tenaga yang cukup tinggi dengan disertai pemancaran radioaktif karakteristik dari suatu unsur dalam artefak logam. Sebagai contoh warna kuning merupakan karakteristik dari senyawa natrium (Na). Mengacu kepada apa yang tersebut di atas maka sejumlah besar dari atom-atom akan terpancar sewaktu mengalami *eksitasi* dari tingkat dasar. Jika pancaran cahaya dengan panjang gelombang spesifik ini dilewatkan melalui suatu nyala (*flame*) yang mengandung atom-atom, maka sebagian dari cahaya akan *diabsorpsi*. Besarnya *absorpsi* akan sebanding dengan jumlah atom-atom yang mengalami eksitasi dari tingkat dasar yang terdapat di dalam nyala. Berdasarkan kepada pancaran tenaga yang *terabsorpsi* oleh atom-atom bebas ini, maka proses analisis *Atomic Absorption Spectrophotometry* dapat dilaksanakan (Bassett, et.al., 1978:810).

Hasil analisis yang diperoleh adalah sebagai berikut :

Hasil analisis *metalografi* terhadap 3 buah artefak perunggu diperoleh berupa foto-foto *mikrostruktur* dari fragmen logam tersebut yang Identifikasi berdasarkan, Metal Handbook Vol. 7, edisi 8: Atlas of Microstructure of Industrial Alloys, ASM Handbook Committee, Robert F. Mehl Chairman of all Vol. 7 Committees, diperoleh data sebagai berikut :

1. Fragmen perunggu berkode PSA VII/92, berbentuk lempengan tidak beraturan, berat 13.68 gram, warna biru keputihan, merupakan hasil ekskavasi di sektor zona 1, kotak LP. 40, spit 4, dan diperoleh pada tanggal 19 Juni 1992.

Hasil analisis *metalografi* menunjukkan bahwa Objek mengandung oksigen 0.3% yang berasal dari senyawa Cu_2O (oksida tembaga). Objek dihasilkan melalui proses penuangan pada suatu cetakan permanen yang terbuat dari campuran pasir dan tanah liat, permukaan menunjukkan terdapat partikel-partikel kecil kemungkinan merupakan endapan hasil korosi. Partikel Pb (timbal) tersebar merata bintik-bintik coklat tua. Struktur dendrit a berwarna coklat kekuningan berukuran kecil karena mengalami pendinginan sangat cepat diperkirakan mempergunakan pendingin air.

Hasil analisis komposisi unsur artefak perunggu adalah sebagai berikut : 45.70% tembaga (Cu), 13.42% timah (Sn), 21.33% timbal (Pb), 0.07% seng (Zn), 0.39 besi (Fe), 0.016% cobalt (Co), 0.15% bismuth (Bi), 0.94 silika oksida (SiO_2) insol, dan 11.984% senyawa oksida.

2. Fragmen kode PSA III/72 merupakan bagian dari ketajaman kapak perunggu berat 18.62 gram, warna biru keputihan dengan kotoran berwarna coklat. Objek merupakan hasil ekskavasi di sektor LP XXII, kotak J₅-H_{5/2}, diperoleh pada tanggal 30 September 1972.

Analisis metalografi memperlihatkan bahwa Objek mengandung oksigen 0.024% yang berasal dari senyawa Cu_2O (oksida tembaga). Artefak dibuat melalui proses penuangan pada suatu cetakan pasir (*sand cast*). Struktur *dendrit* a berwarna coklat muda memperlihatkan adanya pemisahan (*coring*), beberapa struktur terisolasi mirip pulau-pulau kecil oleh phase δ yang berwarna keputihan suhu peleburan sekitar 800°C. Partikel Pb berwarna coklat tua terbesar merata. Pada saat kegiatan pendinginan diperkirakan adanya suatu tekanan yang menyebabkan terjadinya distorsi sesaat di dalam struktur mikro, distorsi semacam ini biasanya terjadi jika ada kegiatan penempaan.

Hasil analisis unsur artefak adalah sebagai berikut : 35.7% tembaga (Cu) 15.21%, timah (Sn) 1.26%, timbal (Pb) 0.27% seng (Zn), 0.20% besi (Fe), 7.37% silikat oksida (SiO_2) insol, 0.042% bismuth (Bi), 39.944% senyawa oksida.

3. Fragmen kode PSA III/72 diidentifikasi sebagai bagian dari tongkat perunggu, berat 39.65 gram, warna biru keputihan dan merupakan hasil ekskavasi di sektor LP XI, kotak, AO2 - AO1, spit 5, diperoleh pada tanggal 22 September 1972.

Analisis metalografi menunjukkan bahwa Objek mengandung 0.024% oksigen yang berasal dari senyawa Cu_2O (oksida tembaga). Permukaan Objek menunjukkan adanya korosi yang menekan/menusuk. Artefak dihasilkan melalui proses penuangan pada suatu cetakan permanen yang terbuat dari campuran pasir dan tanah liat. Terlihat adanya bintik coklat dengan latar belakang keputihan ini adalah merupakan hasil dari adanya pengaruh air pada saat pendinginan sedang berlangsung. bEntuk ini tersebar secara merata, sehingga dapat diperkirakan bahwa itu merupakan suatu hal yang secara sengaja diterapkan di dalam artefak tersebut.

IV. Pembahasan

Benda-benda logam yang ditemukan dalam penelitian ekskavasi di Situs Pasir Angin umumnya terbuat dari bahan perunggu, besi dan emas. Artefak-arterfak tersebut ditemukan dalam bentuk fragmentaris. Walaupun demikian sebagian masih dapat diidentifikasi ke dalam bentuk aslinya, yaitu fragmen tongkat, kapak, lempengan perunggu. Perunggu merupakan paduan logam antara tembaga dan timah sebagai logam penyusun utama, serta tidak tertutup kemungkinan terdapat tambahan campuran logam lain. Perunggu sebagai logam paduan mempunyai sifat-sifat yang lebih keras dan lebih kuat dari logam aslinya, serta lebih mudah untuk dituang, walaupun akan sukar untuk ditempa. Paduan dengan kadar timah 6% akan sukar ditempa dalam keadaan dingin, demikian juga jika kadar timahnya mencapai 15% atau lebih ia akan sukar ditempa baik dalam keadaan dingin maupun panas. Dalam kondisi demikian umumnya ditambahkan unsur logam lain untuk memperbaiki sifat campurannya. Walaupun perunggu-timah lebih tahan terhadap unsur-unsur kimia pengganggu, dan keadaan leburnya lebih halus dari perunggu biasa, tetapi ia mengandung persenyawaan SnO_2 yang akan menurunkan kekuatannya jika *teroksidasi*.

Berdasarkan hasil analisis metalografi menunjukkan bahwa umumnya artefak perunggu Situs Pasir Angin dihasilkan melalui proses penuangan. Dalam proses ini dipergunakan suatu cetakan dari bahan campuran pasir dan tanah liat sebagai pengikat. Hal ini diperlihatkan oleh adanya oksigen yang berasal dari Cu_2O . oksigen dan gas asam lain ini masuk dan terikat dalam artefak perunggu saat kegiatan penuangan dilaksanakan. Ketika pendinginan dan pembekuan berlangsung sebagian dari gas-gas tersebut akan keluar (menguap), sehingga Objek hasil tuangan menjadi berpori-pori. Sebagian gas lainnya akan tetap tinggal dalam logam membentuk senyawa oksida asam yang sewaktu-waktu jika kondisi lingkungan kurang baik akan membahayakan artefak tersebut.

Hasil analisis sampel nomor 1 adalah merupakan sampel lempengan hasil dari proses peleburan dan penuangan pada suatu cetakan yang bersifat permanen diperkirakan sebagai bahan baku yang dipakai untuk membuat artefak. Selain proses penuangan artefak juga mengalami proses pendinginan secara cepat kemungkinan yang dilakukan secara sengaja.

Hasil analisis komposisi unsur artefak no. 1 merupakan perunggu dengan unsur 45.70% tembaga (Cu), 13.42% timah (Sn), dan 21.33% timbal (Pb) tinggi. Tingginya unsur timbal di sini diperkirakan untuk memperbaiki sifat tempa perunggu sehingga akan mudah untuk dibentuk. Oleh karena itu dapat diperkirakan bahwa artefak no. 1 merupakan perunggu lunak, sehingga dapat diperkirakan bahwa artefak tersebut berasal dari sebuah benda bukan senjata, dan dapat juga merupakan bahan baku yang dipergunakan untuk membuat benda perunggu. Tinggi unsur timbal di sini merupakan suatu cara yang dipakai para tukang untuk melunakkan perunggu sehingga menjadi mudah untuk dibentuk. Di samping itu juga akan membentuk oksida basis dengan udara lembab, oksida ini akan melindungi unsur logam yang terdapat di bawahnya terhadap karatisasi. Artefak ini juga mengandung kadar oksida yang tinggi, oksida ini berasal dari campuran unsur-unsur logam yang terdapat di dalam perunggu yang sudah teroksidasi oleh lingkungan di sekitarnya. Kondisi semacam ini jika dibiarkan terus akan menghilangkan sifat logam perunggu atau dengan kata lain perunggu sudah mengalami kerusakan.

Sampel perunggu nomor 2 adalah merupakan fragmen dari bagian tajaman kapak perunggu, dan hasil penuangan pada suatu cetakan tetap kemungkinan sistem *cire perdue* yang terbuat dari tanah liat bercampur pasir. Ditemukan adanya distorsi struktur sesaat, hal ini terjadi karena ketika proses pendinginan berlangsung terjadi penekanan, seperti penempaan atau kejatuhan sesuatu benda, karena hanya terjadi sesaat saja.

Analisis komposisi unsur menunjukkan bahwa artefak tersebut terbuat dari perunggu dengan komposisi utama tembaga dan timah. Hal ini sesuai dengan bentuk dan fungsi artefak sebagai alat untuk mengapak yang sudah pasti memerlukan suatu bahan yang keras. Seperti diketahui bahwa kandungan timah artefak ini 15.21%, itu merupakan perunggu yang keras dan sukar ditempa dalam keadaan dingin maupun panas. Selain itu ditemukan kadar oksida yang sangat tinggi 39.944%. Kondisi demikian menunjukkan bahwa artefak sudah sangat rusak sifat logamnya, dan oksida tersebut kemungkinan besar berasal dari tembaga oksida (Cu_2O). adapun tingginya komposisi silikat diperkirakan berasal dari cetakan yang dipergunakan. Hal ini dapat dilihat dari hasil analisis metalografi yang menunjukkan bahwa artefak dihasilkan melalui cetakan yang terbuat dari campuran pasir dan tanah liat.

Sampel nomor 3 merupakan fragmen tongkat, artefak ini dihasilkan melalui suatu proses penuangan pada suatu cetakan yang terbuat dari pasir dan tanah liat. Permukaan Objek menunjukkan adanya korosi yang menekan/menusuk. Terlihat adanya bintik coklat dengan latar belakang keputihan ini adalah merupakan hasil dari adanya pengaruh air pada saat pendinginan sedang berlangsung. Bentuk ini tersebar secara merata, sehingga dapat diterapkan di dalam artefak tersebut. Kegiatan seperti ini akan menghasilkan bentuk-bentuk seperti hiasan (bercak-bercak) pada permukaan artefak.

V. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembicaraan tersebut di atas maka dapat disimpulkan bahwa :

Penemuan logam perunggu di Situs Pasir Angin merupakan bukti perkembangan kehidupan manusia dan mencerminkan perkembangan tingkat kepandaian teknologi.

Bervariasinya jenis dan banyaknya temuan kerak menunjukkan bahwa di situs tersebut telah terjadi suatu kegiatan pertukangan logam, hal ini juga didukung oleh bervariasinya komposisi setiap campuran. Variasi campuran yang dibuat menunjukkan bahwa manusia pendukung budaya Pasir Angin sudah menguasai pengetahuan tentang campuran logam.

Teknik yang digunakan dalam pembuatan artefak perunggu umumnya masih menggunakan teknik penuangan, dengan cetakan yang terbuat dari campuran pasir dan tanah liat, sedangkan teknik penempaan diperkirakan masih dalam taraf percobaan.

KEPUSTAKAAN

- Bassett, J. et.al., 1978. **A Teksbook of Quantitative Inorganic Analysis**, Including Elementary Instrumental Analysis, fourth edition, Willian Clowes & Sons Limited, Beccles and London.
- Binford., 1972. **An Archaeological Perspective**, Seminar Press, New York, San Fransisco, London.
- Grosvenor, A.W (ed.), 1954. **Basic Metalurgy, Vol. 1**, American Society for Metals, Ohio.
- Haryono, T. (1983). **Studi Arkeometalurgi Dalam Disiplin Arkeologi**. Berkala Arkeologi, 4(2), 27–37. <https://doi.org/10.30883/jba.v4i2.310>
- Prasetyo, Bagyo & Aliza Diniasti., 1988., *Pasir Angin dan Ekologinya*, **Rapat Evaluasi Hasil Penelitian Arkeologi III**, Pandeglang, September 1986. Jakarta : Pusat Penelitian Arkeologi Nasional.
- Smallman, R.E., 1991. **Metalurgi Fisik Modern**, Edisi keempat, Essoy on Science, terjemahan oleh Sriati D., Bustanil A., Myrna A., Jakarta : Gramedia.
- Wilogo, Sugeng dkk., 1982. **Teknologi Mekanik Jilid 2**. Yogyakarta : U.P. Indonesia.
- Wolf, J. Harry, 1986. **Metalurgi, Ilmu Pengetahuan Populer Jilid 9**, Edisi Bahasa Indonesia, Gralier International, Inc.

