



Kronologi Bangunan dalam Kompleks Candi Panataran Berdasarkan Studi Arkeoastronomi

MUHAMMAD FAQIH AKBAR^{1*}

¹ Program Studi Arkeologi, Fakultas Ilmu Pengetahuan Budaya, Universitas Indonesia, Depok, Jawa Barat, 16424, Indonesia;

*Korespondensi: fqhakbr@gmail.com

Diterima: 10 Desember 2023

Direvisi Akhir: 13 Januari 2024

Disetujui: 20 Februari 2024

ABSTRAK

Upaya rekonstruksi kronologi di kompleks percandi selama ini masih cenderung menggunakan metode penanggalan yang sifatnya relatif. Adanya kaitan antara proses pembangunan candi dengan objek astronomi memunculkan dugaan bahwa rekonstruksi kronologi dapat dilakukan dengan bantuan disiplin ilmu astronomi yang dipadukan dengan arkeologi. Kajian arkeoastronomi yang diaplikasikan pada bangunan di kompleks percandian Panataran akan menghasilkan informasi terkait waktu dimulainya pembangunan bangunan-bangunan tersebut. Hasil kajian ini kemudian digunakan untuk menyusun kronologi perkembangan kompleks percandian Panataran.

KATA KUNCI: arkeoastronomi; candi; kompleks percandian Panataran; kronologi.

ABSTRACT

Until now, chronological reconstruction efforts at candis complex buildings still tend to use relative dating methods. The connection between the construction process of candi and astronomical objects raises the suspicion that chronological reconstruction can be carried out using the interdisciplinary integration between astronomy and archaeology. The archaeoastronomical study that applied to the buildings at the Panataran candis complex will giving information related to the start of that buildings construction. The result of this study will be used to arrange the chronology of the development of Panataran candis complex.

KEYWORDS: archaeoastronomy; candi; Panataran candis complex; chronology

1. Pendahuluan

Sebagai salah satu objek kajian arkeologi yang ikonik dari masa klasik Hindu-Buddha di Indonesia, khususnya Jawa, penelitian tentang candi atau kompleks percandian sudah sangat banyak dilakukan oleh para arkeolog dan ahli dari berbagai bidang lain. Kajian mengenai candi dan kompleks percandian lebih banyak mengkaji aspek-aspek bentuk dan keruangannya, sedangkan kajian kronologis berkenaan dengan candi atau kompleks percandian cukup jarang dilakukan. Beberapa kajian mengenai kronologi candi diantaranya dilakukan Vogler (1949) melalui analisis ornamen kala-makara dan Soekmono (1979) melalui analisis perbingkai candi. Selain itu, dikenal pula dua langgam candi yang juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi kekunoan dari bangunan candi di Jawa. Kedua

Cara Pengutipan:

Akbar, M. F. (2024). Kronologi Bangunan dalam Kompleks Candi Panataran Berdasarkan Studi Arkeoastronomi. *Archaeology Nexus: Journal of Conservation and Culture*, 1(1), 16-32. <https://doi.org/10.61511/arc-jcc.v1i1.2024.629>

Copyright: © 2024 dari Penulis. Dikirim untuk kemungkinan publikasi akses terbuka berdasarkan syarat dan ketentuan dari the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



langgam itu adalah langgam Klasik Tua dan Klasik Muda (atau sebelumnya disebut langgam Jawa Tengah dan Jawa Timur) (Munandar, 2010).

Penelitian-penelitian mengenai aspek kronologi candi tersebut tampak menggunakan metode tipologi dan seriasi, di mana keduanya merupakan metode penanggalan yang sifatnya relatif (*relative dating*). Tipologi dapat dikatakan sebagai metode penanggalan yang paling sederhana. Dalam metode ini sejumlah artefak akan diletakkan dalam satu urutan kronologis berdasarkan beberapa hal seperti: 1) bahan, artefak batu akan dianggap lebih tua daripada artefak logam; 2) stratigrafi, artefak yang ditemukan di permukaan yang lebih dangkal memiliki usia yang lebih muda daripada artefak yang ditemukan di lapisan tanah yang lebih dalam; 3) kerumitan bentuk, semakin rumit bentuk suatu artefak menunjukkan usia yang lebih muda. Sedangkan seriasi melihat adanya pola unik dalam munculnya suatu artefak di masa lalu. Pada mulanya suatu artefak dibuat dalam jumlah yang sedikit, lalu menjadi sangat sering muncul hingga kemudian menjadi jarang digunakan kembali. Jumlah temuan lintas-masa ini kemudian menghasilkan pola berbentuk kapal (*battleship curve*) jika dimasukkan ke dalam diagram (Grant, Gorin, & Fleming, 2002). Meskipun tampak sudah dapat menjawab pertanyaan mengenai kronologi candi-candi dari masa klasik, khususnya di Jawa, ada hal yang perlu menjadi perhatian khusus dalam metode tipologi dan seriasi. Dua metode ini dapat menjadi lemah apabila terdapat apa yang disebut sebagai retardasi, yakni kondisi dimana suatu kebudayaan tidak mampu berkembang karena ketidakmampuan masyarakat pendukungnya untuk menciptakan atau meniru benda-benda yang lebih baik dari yang mereka hasilkan saat itu (Anggraeni, 1972).

Satu-satunya upaya penanggalan absolut yang digunakan dalam suatu kajian kronologi, termasuk terhadap candi, adalah menggunakan data tertulis berupa prasasti. Boechari (1977) menyatakan, dalam penelitian arkeologi dan sejarah, prasasti merupakan bukti terkuat jika dibandingkan dengan bukti sejarah lainnya. Beberapa candi dan kompleks percandian terbukti berkaitan dengan satu atau beberapa prasasti, baik yang dipahatkan pada bagian bangunan maupun tidak, yang kemudian dapat digunakan untuk menentukan kronologi dari candi tersebut secara lebih presisi (Boechari, 1977). Meskipun demikian, jumlah dari prasasti yang berkaitan dengan candi relatif sedikit dan hingga saat ini tidak ada satupun prasasti yang menerangkan atau setidaknya menyebutkan pembangunan candi. Hal ini kemudian seakan menuntut para arkeolog untuk mampu menemukan metode penanggalan yang dapat memberikan informasi kronologi yang lebih presisi, baik bangunan candi, maupun kompleks percandian secara lebih luas.

1.1 Astronomi sebagai alat bantu kajian arkeologi

Jika kita coba melihat lebih luas dan memperhatikan gejala yang ada di lapangan, maka kita akan menemukan sesuatu yang menarik. Semua candi, khususnya di Jawa, memiliki pola yang sama yakni memiliki orientasi ke arah barat atau timur dengan penyimpangan ke selatan atau ke utara. Jika kita mengingat materi astronomi dasar (atau juga geografi), kita tahu bahwa matahari setiap hari bergerak dari mulai terbit di timur dan tenggelam di barat. Selain itu, setiap harinya matahari selalu terbit dan tenggelam di titik (horizon) yang berbeda, bergerak semakin ke utara setelah bulan Maret, kembali bergerak ke selatan setelah bulan Juni, mencapai equator di bulan September, dan bergerak ke utara kembali setelah bulan Desember. Samingoen (1977) berhipotesis bahwa hal ini tampaknya dapat digunakan untuk menemukan tanggal dan hari pendirian bangunan, serta dapat digunakan untuk mengetahui berapa lama bangunan suci dibangun.

Jika memang benar terdapat relevansi antara tata letak candi dengan gejala astronomis, maka sangat mungkin untuk mengetahui kronologi yang lebih presisi dari bangunan candi melalui perhitungan astronomi. Di Amerika dan Eropa misalnya, cara ini digunakan untuk mengetahui kronologi dari bangunan, khususnya bangunan-bangunan suci yang dibuat dengan patokan kosmologis. Cara ini awalnya muncul untuk memahami pengetahuan dan teknologi kuno bangsa Meso-Amerika dalam memahami dan memanfaatkan siklus benda-benda langit dalam aktivitas sehari-hari. Metode yang sama kemudian coba diterapkan pada tinggalan-tinggalan megalitik di kawasan *Old World* dalam

upaya untuk memahami fungsi tinggalan-tinggalan megalitik ini (Federsen, 1982). Metode ini tentu saja banyak menggunakan teori, metode, dan perhitungan astronomis dengan menjadikan objek-objek langit seperti matahari, bulan, planet, dan konstelasi bintang sebagai objek kajian penelitian, di samping objek-objek arkeologis sebagai “alat observasi” kuno (Federsen, 1982).

Di Indonesia sendiri penelitian semacam ini pernah dilakukan oleh Eadhiey Laksito Hapsoro (1986) untuk melihat kronologi pembangunan candi berdasarkan arah hadapnya terhadap benda langit, dalam hal ini matahari. Bangunan candi yang menjadi objek kajian dalam penelitiannya adalah candi-candi di Jawa Tengah, yang meliputi Candi Gunung Wukir, Candi Kalasan, Candi Sewu, Candi Mendut, Candi Prambanan, dan Candi Pawon. Dalam penelitian ini Hapsoro juga menggunakan data prasasti yang berkaitan candi-candi tersebut untuk memberikan hasil yang lebih presisi.

Pendekatan semacam ini belum pernah diaplikasikan untuk mengkaji objek lainnya sehingga penelitian lanjutan agaknya menjadi penting untuk dilakukan, termasuk terhadap candi-candi di Jawa Timur yang usianya relatif lebih muda. Hal yang tak kalah penting adalah penelitian kali ini menjadikan kompleks percandian sebagai sumber datanya, sehingga upaya rekonstruksi kronologi juga akan diterapkan pada bangunan lain selain candi.

2. Metode

2.2 Aturan pembangunan candi

Candi dapat diartikan sebagai bangunan (struktur) baik dari batu maupun bata yang memiliki fungsi religi, dalam hal ini Hindu-Buddha. Sebagai bangunan suci, terdapat ketentuan dan proses yang harus dipatuhi dalam pembangunan candi. Proses dan ketentuan pembangunan candi ini secara lengkap dijelaskan di dalam *Mānasāra*, yang secara singkat dapat dijabarkan menjadi langkah-langkah berikut ini (Acharya, 1927; 1980):

1. Perencanaan Bentuk Candi
Sthapati (ahli pembuat candi) akan memilih satu dari sekian banyak model bangunan suci yang terdapat di *Mānasāra*. Kemudian ditentukan pula ukuran candi yang akan dibangun, hiasan yang akan dipahatkan, dan merancang segala hal yang berhubungan dengan candi yang akan dibangun tersebut. Perencanaan bentuk candi juga dapat dilakukan setelah lokasi yang akan digunakan untuk membangun candi ditentukan.
2. Pencarian Lokasi
Menurut aturan yang terdapat di *Mānasāra*, candi harus dibangun di *tīrtha* (tempat yang dekat dengan air) atau *kṣetra* (tempat yang dekat puncak gunung, hutan, atau jurang). Tempat yang dipilih kemudian harus diuji kualitas tanahnya. Tanah yang terlalu berpasir atau berlumpur tidak layak untuk dibangun candi di atasnya.
3. Pengujian Tanah
Selain kandungan lumpur dan pasir, terdapat banyak sekali kualifikasi yang harus dipenuhi oleh lahan yang nantinya akan dibangun candi. Kualifikasi ini di antaranya pengujian warna, tekstur, bau, rasa, kerapatan struktur, hingga kesuburan tanah. Tanah juga harus dipastikan subur untuk seterusnya, bahkan hingga candi selesai dibangun dan digunakan.
4. Penyiapan Tanah
Tahapan ini masih berkenaan dengan kesuburan tanah. Tanah yang akan dibangun candi harus dipastikan tanah yang subur sehingga harus dilakukan pengujian dengan cara dibajak, ditanami berbagai jenis tanaman, serta disirami berulang kali.
5. Pembuatan *Vāstupuruṣamaṇḍala*
Vāstupuruṣamaṇḍala dapat diartikan sebagai denah suci (*maṇḍala*) tempat tumbuhnya (*vāstu*) intisari alam semesta (*puruṣa*). *Vāstupuruṣamaṇḍala* atau

mandala yang digambarkan berbentuk persegi di atas tanah berpermukaan rata (*salila-sṭhala*) dianggap sebagai *yantra*, alat atau benda suci yang dapat menyerap “asas-asas utama”. Karena dibangun di atas *yantra*, candi dianggap sebagai manifestasi dari alam semesta dalam bentuk kecil (mikrokosmos). Kesempurnaan mikrokosmos ini hanya akan terjadi apabila *mandala* diorientasikan ke arah matahari, khususnya pada saat matahari dan bulan bersatu, namun bukan saat bulan mati. Pada saat inilah dipercaya alam semesta diciptakan.

6. Pembuatan Denah

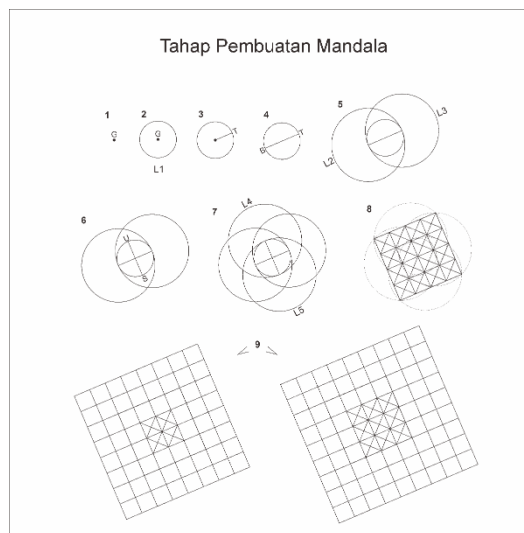
Denah candi dibuat sesuai dengan rancangan yang telah dibuat pada tahap pertama. Pada tahap ini dibuat rancangan ruangan pada *mandala*. Denah ini menjadi dasar patokan ukuran selanjutnya (perbandingan atau proporsinya).

7. Pengerjaan Fisik Candi

Berdasarkan pembagian ruang pada tahap sebelumnya, fisik candi mulai dibangun dari bagian kaki, badan, hingga atap. Batu-batu disusun sedemikian rupa, kemudian relief dan hiasan dipahatkan, menyelesaikan pagar keliling, hingga jalan dan komponen lainnya.

Dari serangkaian tahapan pembuatan candi tersebut, tahap pembuatan *Vāstupuruṣamaṇḍala* (tahap kelima) yang akan menjadi fokus utama dan dibahas lebih mendalam dalam penelitian kali ini. Tahap pembuatan *Vāstupuruṣamaṇḍala* tersebut di dalam *Mānasāra* dijelaskan sebagai berikut:

1. Pada *salila-sṭhala* ditegakkan batang G(nomon) dengan tinggi 24, 18, atau 12 *aṅgula* (1 *aṅgula* = ± 1,65 cm). Batang G ini memiliki alas lingkaran dengan diameter 6,5, atau 4 *aṅgula*, dan bagian atas yang runcing.
2. Selanjutnya dibuat lingkaran (L1) dengan titik pusat di batang G dan memiliki jari-jari dua kali panjang batang G.
3. Titik persentuhan ujung bayangan batang G dengan lingkaran L1 pada sore hari ditandai sebagai arah timur (titik T).
4. Selanjutnya dibuat garis dari titik T hingga ke sisi lain lingkaran melalui pusat lingkaran L1 (titik G) yang membagi lingkaran menjadi dua. Titik di seberang titik T kemudian disebut titik B (barat). Garis TB ini disebut sebagai “garis sumbu utama *mandala*”.
5. Berpusat di titik T dan B, dibuat dua lingkaran, L2 dan L3, dengan jari-jari sama dengan diameter L1 (garis TB).
6. Titik-titik potong L2 dan L3 dihubungkan garis yang memotong L1. Titik potong garis terhadap L1 ini kemudian ditandai sebagai titik U (utara) dan S (selatan), sehingga terdapat empat titik di L1: T, B, U, dan S.
8. Berpusat di titik U dan S, dibuat dua lingkaran (L4 dan L5) dengan jari-jari sama dengan jari-jari L2 atau sepanjang diameter L1.
9. Melalui empat titik potong terluar lingkaran L2, L3, L4, dan L5, dibuat persegi yang disebut *caturāśrikarāṇa* (bujur sangkar utama *mandala*).
10. Berdasarkan *caturāśrikarāṇa* kemudian dibuat perbesaran yang menghasilkan *mandala* yang terdiri dari sejumlah bujur sangkar kecil. Jumlah bujur sangkar kecil di dalam *mandala* ini tergantung kasta dan fungsi bangunan yang akan dibangun di atasnya.



Gambar 1. Tahap pembuatan *mandala*
(Hapsoro, 1986)

Dari proses dan metode pembuatan *Vāstupuruṣamaṇḍala*, jelas sekali terlihat adanya keterkaitan antara aturan pembangunan candi, terutama pada tahapan pembuatan *mandala*, dengan objek astronomi khususnya matahari (dan bulan).

2.3 Pendekatan arkeoastronomi

Arkeoastronomi dapat dikatakan sebagai cabang atau bagian dari ilmu astronomi yang mempelajari pengetahuan astronomi masa lalu melalui data tertulis maupun tidak tertulis (Aveni, 1981). Berdasarkan sumber data dan cara kerjanya, arkeoastronomi dapat dibedakan menjadi:

1. **Astroarkeologi (*Astroarchaeology*)**, yakni kajian yang mempelajari astronomi dalam kaitannya dengan tata letak, pola, dan arsitektur bangunan kuno, serta lansekapnya. Kajian ini seringkali dilakukan tanpa memperhatikan latar belakang pengetahuan budaya, terutama yang berkaitan dengan astronomi, dari masyarakat pendukung (pembuat) bangunan kuno yang menjadi objek penelitiannya.
2. **Sejarah Astronomi (*History of Astronomy*)**, merupakan kajian yang berfokus dalam mempelajari astronomi masa lalu melalui sumber tertulis yang ditinggalkan masyarakat masa lalu. Hapsoro (1986) menyatakan bahwa *history of astronomy* akan lebih tepat jika diartikan sebagai “astronomi data sejarah”. Hal ini dikarenakan arkeoastronomi itu sendiri sudah merupakan ilmu yang berusaha menyusun sejarah astronomi. Jika dilihat dari penjelasannya, *history of astronomy* menggunakan data tertulis (data sejarah) sebagai sumber data kajiannya, sehingga akan lebih tepat jika *history of astronomy* diartikan sebagai astronomi data sejarah.
3. **Etnoastronomi (*ethnoastronomy*)**, yakni kajian mengenai astronomi yang berdasar pada pengetahuan masyarakat, baik yang masih ada maupun masyarakat di masa lampau. Kajian ini lebih dekat kepada antropologi budaya. Dalam perkembangannya, kajian etnoastronomi berusaha mengetahui tingkah laku masyarakat dalam kaitannya dengan astronomi.

Dari aturan pembangunan candi yang telah dijelaskan sebelumnya, dapat diketahui bahwa model penelitian yang paling sesuai digunakan adalah model astroarkeologi. Mandala candi harus diorientasikan kepada matahari (dan bulan) sehingga posisi matahari dapat diketahui dengan melihat arah hadap candi.

Setiap harinya kedudukan matahari akan selalu berubah. Hal ini dipengaruhi beberapa hal, yakni: 1) kemiringan sumbu rotasi bumi sebesar $23^{\circ}26'59''$ (menghasilkan deklinasi matahari maksimal sebesar $\pm 23^{\circ}26'59''$); 2) gerak rotasi bumi selama 23 jam 56 menit 4,095 detik (dibulatkan menjadi 24 jam); dan 3) gerak revolusi bumi selama 365 hari 5 jam 48 menit 46,08 detik (dibulatkan menjadi 365,25). Dengan mengetahui kedudukan

deklinasi matahari, dapat diketahui pula tanggalnya. Menurut Aveni (1981), untuk menghitung besaran deklinasi dapat digunakan rumus:

$$Dec = \text{Arcsin}(\cos(Alt) \times \cos(Lat) \times \cos(Az) + \sin(Alt) \times \sin(Lat)) \quad (\text{Eq. 1})$$

Dimana:

Alt = *Altitude* (Ketinggian objek)
 Lat = *Latitude* (Koordinat lintang) situs
 Dec = *Declination* (Deklinasi) objek
 Az = *Azimuth* objek (matahari)

Dalam tahap pembuatan *Mandala*, lingkaran L1 harus berjari-jari dua kali panjang batang G diukur dari panjang bayangannya. Bayangan suatu objek memiliki panjang dua kali panjang objek itu sendiri jika dan hanya jika sumber cahaya, dalam hal ini matahari, berada di ketinggian (*altitude*) 26°33'54,18".

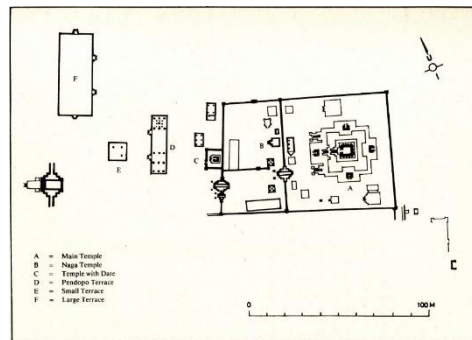
Satu hal lagi yang harus diperhatikan adalah adanya persyaratan bahwa *Mandala* candi harus dibangun pada saat matahari dan bulan bersatu, namun bukan saat bulan mati. Hal ini sangat mungkin untuk diartikan sebagai saat bulan berada di fase sabit (usia bulan 1-6 hari). Dengan menghitung nilai deklinasi dan melihat fase bulan, maka dapat diperoleh tanggal yang dimungkinkan sebagai tanggal mulai dibangunnya candi (dalam hal ini *Mandala* candi).

2.4 Bangunan di kompleks percandian Panataran

Kompleks percandian Panataran digunakan sebagai data utama dalam penelitian kali ini. Hal tersebut didasarkan atas beberapa alasan, antara lain:

1. Kompleks percandian Panataran merupakan kompleks percandian yang diketahui paling besar dari masa Majapahit (Sedyawati et al., 2011), atau bahkan dari masa klasik muda.
2. Adanya tiga bangunan candi dalam satu kompleks dan beberapa bangunan lain yang dapat diamati hingga saat ini menjadikan kompleks percandian Panataran dirasa sangat pas untuk dapat dijadikan sumber data dalam penelitian kali ini. Kompleks percandian Panataran mencakup di dalamnya tiga teras dengan masing-masing satu bangunan candi di setiap teras, bangunan batur, pendopo, dan bangunan lain.
3. Kompleks percandian Panataran telah dikenal sakral dari masa sebelumnya dan tampaknya pandangan ini berlanjut dari masa Kadiri hingga Majapahit. Hal ini dapat terlihat dari prasasti Palah yang memberikan informasi bahwa Rabut Palah (Panataran) telah dikenal sebagai lokasi pemujaan kepada Bathara ri Palah dari masa Kadiri. Kesakralan Panataran terus berlanjut dengan bukti eksisnya situs ini sebagai pusat keagamaan pada masa Majapahit (Wahyudi, Munandar, & Soesanti, 2014).
4. Alasan yang tidak kalah penting adalah adanya inskripsi, baik yang lepas maupun yang dipahatkan langsung di bangunan, yang menjadi komponen penting dalam pengacuan kronologi sehingga nantinya hasil pengukuran memiliki batasan yang jelas.

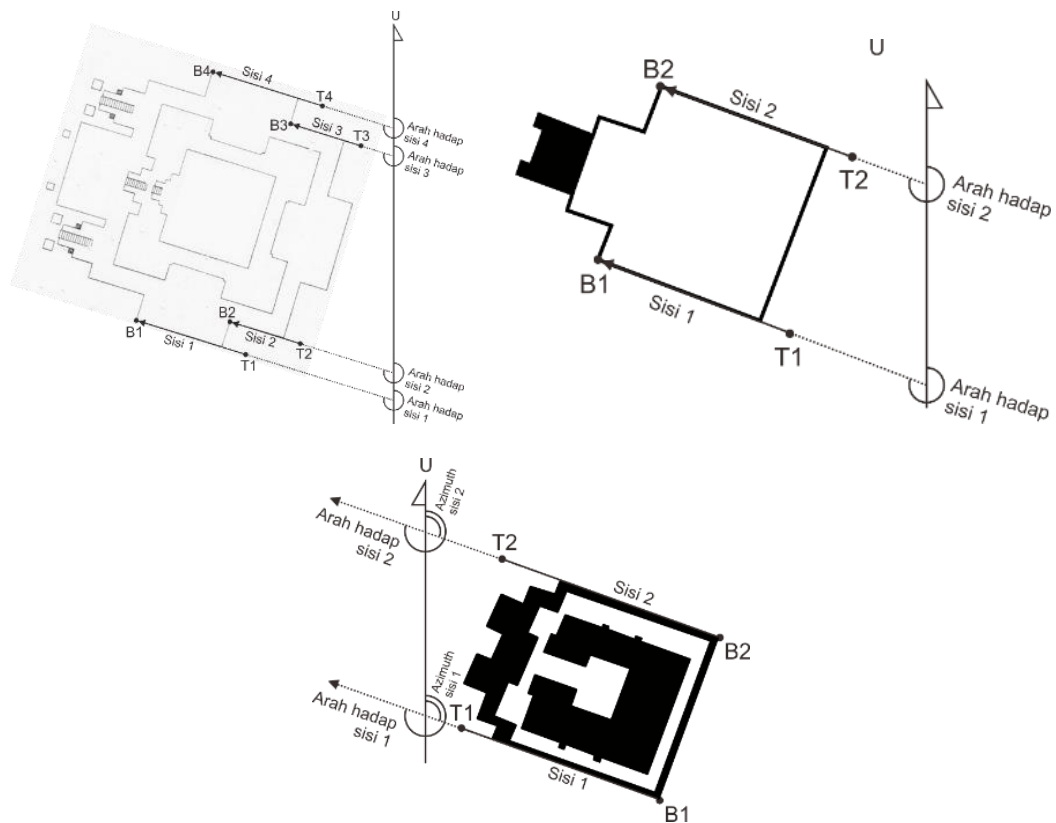
Kompleks percandian Panataran merupakan kompleks percandian terbesar di Jawa Timur yang berasal dari masa klasik muda. Kompleks percandian Panataran berlokasi di lereng sebelah barat daya Gunung Kelud, tepatnya di Desa Panataran, Kecamatan Nglegok, Kabupaten Blitar, Jawa Timur. Kompleks percandian Panataran memiliki denah dasar halaman berbentuk persegi panjang yang memanjang dari barat laut ke tenggara dengan orientasi ke arah barat laut.



Gambar 2. Denah kompleks percandian Penataran
(Krom, 1923; Bernet Kempers, 1959)

Kompleks percandian Panataran dibagi menjadi tiga halaman. Pada masing-masing halaman terdapat bangunan candi, serta terdapat dua batur yang merupakan pendopo teras I dan II. Candi Angka Tahun, pendopo teras I, dan pendopo teras II terdapat di halaman barat (halaman luar); Candi Naga di halaman tengah, dan Candi Induk Panataran (Candi Palah) di halaman timur (halaman utama). Data pada bangunan-bangunan tersebut diambil dengan metode sebagai berikut:

1. Tali ekstensi dibentangkan dari titik bidik (B) menuju titik perekaman data (T). Tali ekstensi berfungsi sebagai bidang tembak dan digunakan membantu menentukan titik perekaman data agar sejajar dengan titik bidik. Titik bidik pada tiap candi jumlahnya berbeda, tergantung bentuk denah candi. Candi induk Panataran yang memiliki denah bujur sangkar berpenampil sisi yang akan diukur berjumlah 4 (Sisi 1, Sisi 2, Sisi 3, dan Sisi 4), sehingga akan dilakukan perekaman data di empat titik (T1, T2, T3, dan T4) dengan empat titik bidik (B1, B2, B3, dan B4). Candi Naga dan Candi Angka Tahun yang berdenah bujur sangkar hanya dua sisinya yang akan diukur (Sisi 1 dan Sisi 2) dengan dua titik perekaman data (T1 dan T2) dan dua titik bidik (B1 dan B2).
2. Tongkat ditegakkan pada titik bidik setiap melakukan perekaman data sebagai target bidik.
3. Alat perekam data yang telah diletakkan pada tripod diposisikan tepat searah bidang bidik, lalu siapkan aplikasi GeoCam. Buka aplikasi GeoCam lalu masuk ke pengaturan. Pilih menu "Geo" dan pilih "Show Bearings".
4. Bidik tongkat yang terdapat pada titik B melalui aplikasi GeoCam, lalu tekan layar ponsel hingga muncul data yang dibutuhkan, yakni titik koordinat candi (*latitude* dan *longitude*) dan arah hadap bangunan (*compass*).
5. Pada kasus Candi Angka Tahun, orientasi bidik tidak mengarah sejajar arah hadap candi, namun sejajar azimuth candi. Hal ini disebabkan adanya kondisi di lapangan yang tidak memungkinkan perekaman sejajar arah hadap. Permasalahan ini dapat diatasi dengan menjumlahkan keluaran azimuth dari aplikasi GeoCam dengan sudut pelurus (180°) sehingga diperoleh nilai besaran derajat arah hadap.
6. Pengukuran dan pengambilan data lapangan pada bangunan pendopo teras I dan II dilakukan seperti halnya pengukuran pada bangunan candi Naga. Sisi bangunan yang diukur juga sama, yakni sisi utara dan selatan, meskipun sisi terpanjang dari dua bangunan ini adalah sisi barat dan timurnya.
7. Lakukan pencatatan setiap data yang diperoleh untuk nantinya dijadikan masukan dalam program komputer. Perlu diingat bahwa keluaran arah hadap (*compass*) dari aplikasi GeoCam merupakan orientasi magnetis.
8. Mengenai adanya penyimpangan antara arah utara magnetis dengan arah utara sebenarnya, setelah dilakukan pengecekan menggunakan aplikasi Google Earth, diketahui bahwa besaran penyimpangan di kompleks percandian Panataran kurang lebih sebesar $2,16^\circ$. Setiap besaran derajat arah hadap bangunan yang dipaparkan merupakan besaran setelah ditambah $2,16^\circ$.



Gambar 3. Ilustrasi metode pengambilan data pada masing-masing candi

Secara umum, keseluruhan kompleks percandian Panataran berorientasi ke arah barat laut dengan besaran derajat masing-masing bangunan yang berbeda. Jika dikaitkan dengan prinsip pembangunan candi, dari sini dapat terlihat bahwa bangunan-bangunan di kompleks percandian Panataran tidak dibangun pada waktu yang sama karena memiliki besaran derajat orientasi yang berbeda.

2.5 Analisis data kronologi candi

Secara umum, proses analisis dalam penelitian kali ini dapat dibagi menjadi dua: analisis data lapangan dan analisis kalender astronomi. Analisis data lapangan merupakan proses analisis awal dimana data lapangan yang telah diperoleh sebelumnya akan dimasukkan ke dalam satu program komputer untuk dihitung besaran deklinasi matahari (Dec). Sedangkan analisis kalender astronomi akan difokuskan pada perhitungan kalender dari besaran deklinasi yang sebelumnya diperoleh.

Proses analisis data lapangan berfokus pada perhitungan deklinasi matahari (Dec) dengan menggunakan perhitungan komputer. Perangkat lunak yang digunakan untuk mengolah data adalah Microsoft Excel 2010. Untuk menghitung deklinasi (Dec) menggunakan rumus deklinasi Aveni (1981), pada kolom yang diberi nama *DEC (R4)*, perhitungan dikonversi dalam pengkodean excel menjadi:

=DEGREES(ASIN(COS(RADIANS(LatitudeCell))*COS(RADIANS(AzimuthCell))*COS(RADIANS(AltitudeCell)))+(SIN(RADIANS(AltitudeCell))*SIN(RADIANS(LatitudeCell)))

Dimana:

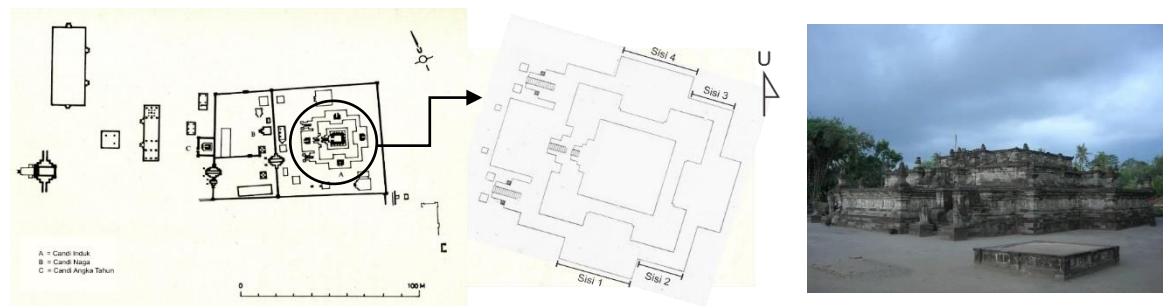
DEGREES : rumus fungsi untuk mengubah format dari radian menjadi derajat
 RADIANS : rumus fungsi untuk mengubah format dari derajat menjadi radian
 ASIN : rumus fungsi arcus sinus (Arcsin)
 COS : rumus fungsi cosinus (Cos)
 SIN : rumus fungsi sinus (Sin)

LatitudeCell : *cell* berisi data koordinat lintang (Lat)
 AzimuthCell : *cell* berisi data azimuth matahari (Az)
 AltitudeCell : *cell* berisi data ketinggian matahari (Alt)

Semua *cell* ditulis dalam format HurufAngka (misal C2) dan penataan kolom diurutkan dari nama bangunan, sisi ukur, *latitude*, arah hadap, *altitude*, dan DEC (R4).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Candi induk Panataran



Gambar 4. Gambar dan denah candi induk dan keletakannya pada kompleks percandian Panataran (Krom, 1923; Bernet Kempers, 1959)

Sisi 1: *Latitude*: -8,01662°; *Azimuth*: 108,06°.

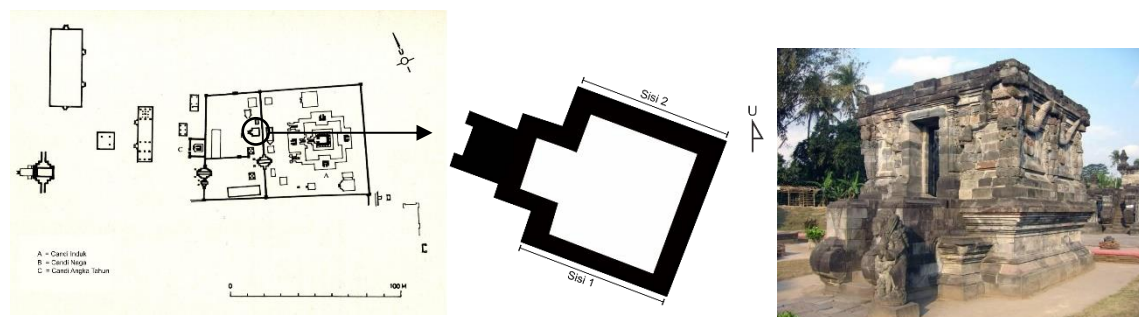
Sisi 2: *Latitude*: -8,01662°; *Azimuth*: 108,86°.

Sisi 3: *Latitude*: -8,01639°; *Azimuth*: 108,66°.

Sisi 4: *Latitude*: -8,01639°; *Azimuth*: 107,96°.

Candi Induk Panataran berada di halaman timur, di mana pada halaman ini ditemukan beberapa angka tahun. Angka tahun paling tua terdapat di prasasti 1119 Saka (1197 Masehi), serta terdapat satu angka tahun lain di lapik arca dwarapala yang mengawal tangga candi Induk Panataran bertuliskan 1269 Saka (1347 Masehi).

3.2 Candi Naga



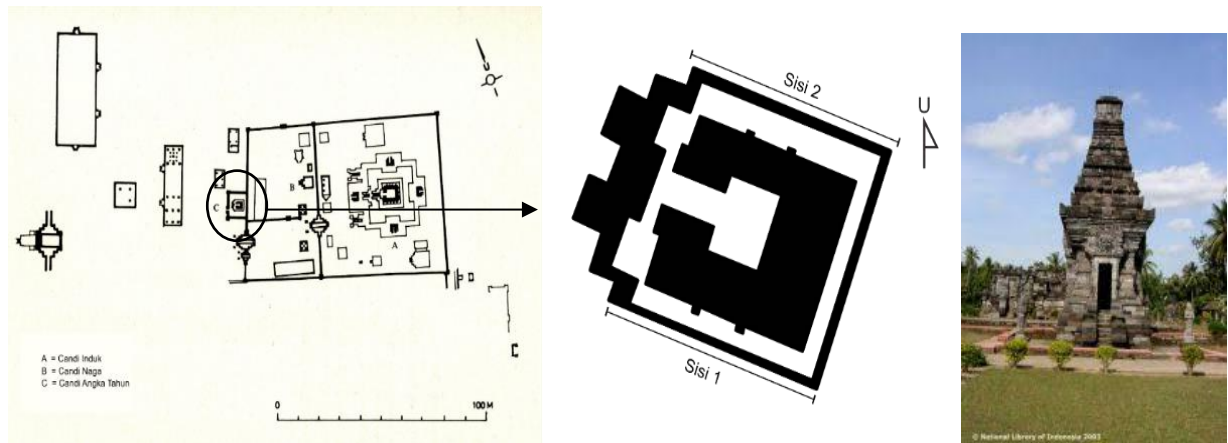
Gambar 5. Gambar dan denah candi Naga dan keletakannya pada kompleks percandian Panataran (Krom, 1923; Bernet Kempers, 1959)

Sisi 1: *Latitude*: -8,01624°; *Azimuth*: 105,46°.

Sisi 2: *Latitude*: -8,01624°; *Azimuth*: 104,76°.

Candi Naga berada di halaman tengah, di mana ditemukan beberapa angka tahun di halaman tengah. Angka tahun 1241 Saka (1319 Masehi) dipahatkan di lapik arca dwarapala di dekat pintu halaman tengah, serta beberapa angka tahun pada batu ambang pintu lepas yang di antaranya berisi angka tahun 1245 Saka (1323 Masehi), 1294 Saka (1372 Masehi), 1295 Saka (1373 Masehi), dan 1301 Saka (1379 Masehi).

3.3 Candi Angka Tahun



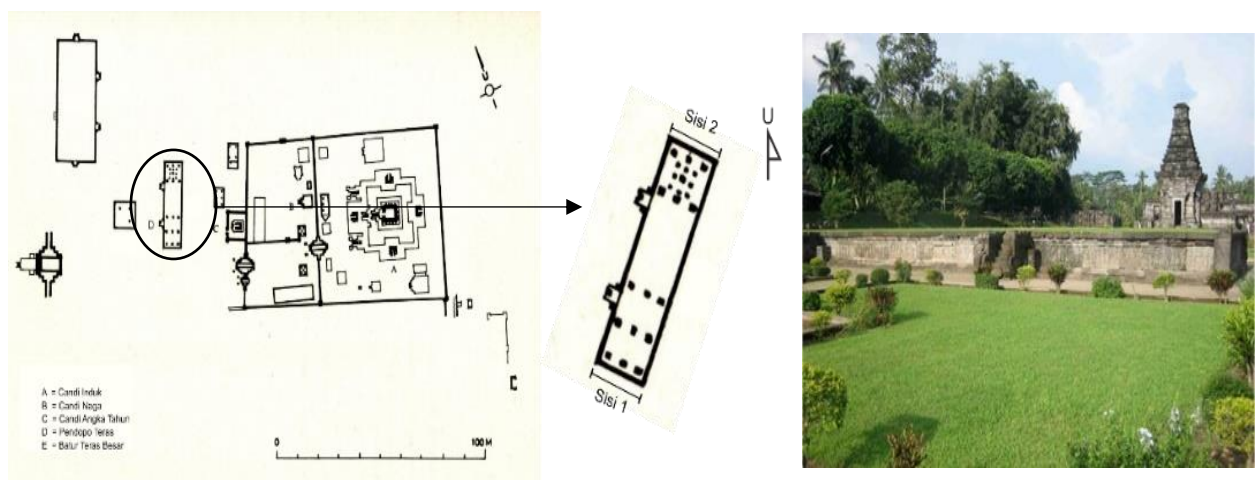
Gambar 6. Gambar dan denah candi Angka tahun dan keletakannya pada kompleks percandian Penataran
(Krom, 1923; Bernet Kempers, 1959)

Sisi 1: *Latitude*: -8,01627; *Azimuth*: 112,36°.

Sisi 2: *Latitude*: -8,01626; *Azimuth*: 113,16°.

Candi Angka Tahun berada di halaman darat, di mana hanya ditemukan satu angka tahun di halaman tengah, yakni angka tahun yang dipahatkan di ambang pintu candi Angka Tahun yang menunjukkan tahun 1291 Saka (1369 Masehi). Mengingat hanya ada satu angka tahun di halaman barat, maka angka tahun ini juga digunakan sebagai acuan untuk pendopo teras I dan II.

3.4 Pendopo Teras II



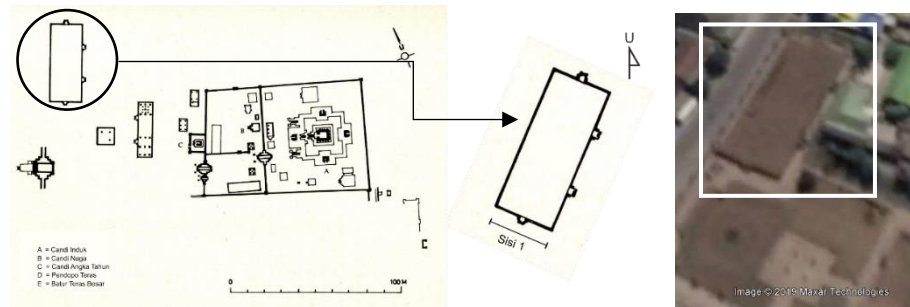
Gambar 7. Gambar dan denah Pendopo Teras dan keletakannya pada kompleks percandian Panataran
(Krom, 1923; Bernet Kempers, 1959)

Sisi 1: *Latitude* -8,01624; *Longitude* 112,20900°; arah hadap 295,96°.

Sisi 2: *Latitude* -8,01597; *Longitude* 112,20911°; arah hadap 298,16°

Angka tahun yang dijadikan acuan adalah yang angka yang terdapat di ambang pintu candi Angka Tahun yakni 1291 Saka (1369 Masehi).

3.5 Pendopo Teras I



Gambar 8. Foto satelit, denah, dan keletakan Pendopo Teras I pada kompleks percandian Panataran (Krom, 1923; Bernet Kempers, 1959; Google Earth)

Sisi 1: *Latitude* -8,01584; *Longitude* 112,20877°; arah hadap 296,46°.

Angka tahun yang dijadikan acuan adalah yang angka yang terdapat di ambang pintu candi Angka Tahun yakni 1291 Saka (1369 Masehi).

3.6 Proses analisis kronologi candi

Analisis data lapangan difokuskan pada penghitungan deklinasi matahari dengan memanfaatkan perhitungan yang dilakukan melalui komputer. Perangkat lunak yang dipakai untuk mengolah data adalah Microsoft Excel 2010. Dalam menghitung deklinasi, rumus yang digunakan adalah rumus deklinasi Aveni (1981), yang diaplikasikan pada kolom yang dinamai DEC (R4). Setelah dilakukan analisis, diperoleh tabel dengan keluaran nilai deklinasi sebagai berikut:

Tabel 1. Variabel dan hasil perhitungan rumus 4 Aveni

Nama Bangunan	Sisi Ukur	<i>Latitude</i>	<i>A. Hadap</i>	<i>Altitude</i>	<i>Dec (R4)</i>
Candi Induk Panataran	Sisi 1	-8,01662	288,06	26,56505	12,36318202
	Sisi 2	-8,01662	288,86	26,56505	13,0633699
	Sisi 3	-8,01639	288,66	26,56505	12,88850625
	Sisi 4	-8,01639	287,96	26,56505	12,27571648
Candi Naga	Sisi 1	-8,01624	285,46	26,56505	10,082818
	Sisi 2	-8,01624	284,76	26,56505	9,467652708
Candi Angka Tahun	Sisi 1	-8,01627	292,36	26,56505	16,11709579
	Sisi 2	-8,01626	293,16	26,56505	16,81257783
Pendopo Teras II	Sisi 1	-8,01624	295,96	26,56505	19,23842064
	Sisi 2	-8,01597	298,16	26,56505	21,13442695
Pendopo teras I	Sisi 1	-8,01584	296,46	26,56505	19,67033284

Setelah nilai deklinasi pada Tabel 1 dikonversi, akan diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Nilai deklinasi hasil konversi

Nama Candi	Sisi Ukur	<i>Dec (R4)</i>
Candi Induk Panataran	Sisi 1	12°21'47,45"
	Sisi 2	13°03'48,13"
	Sisi 3	12°53'18,62"
	Sisi 4	12°16'32,58"
Candi Naga	Sisi 1	10°04'58,14"

Candi Angka Tahun	Sisi 2	09°28'03,54"
	Sisi 1	16°07'01,54"
	Sisi 2	16°48'45,28"
Pendopo Teras II	Sisi 1	19°14'18,31"
	Sisi 2	21°08'03,94"
Pendopo teras I	Sisi 1	19°40'13,20"

Dari tabel 2 terlihat bahwa ketiga candi yang berada di kompleks percandian Panataran memiliki nilai deklinasi di dalam ruang deklinasi matahari (+ 23°26'59" hingga -23°26'59"). Selain tiga bangunan candi, bangunan pendopo teras I dan II juga tampaknya diorientasikan kepada matahari seperti halnya bangunan candi.

Setelah diperoleh nilai deklinasi hasil perhitungan rumus, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis kalender astronomi. Keluaran yang diharapkan adalah tanggal, bulan, dan tahun yang dimungkinkan sebagai tanggal mulai dibangunnya candi. Proses analisis kalender astronomi dalam penelitian kali ini dilakukan menggunakan mesin hitung daring pada situs web <https://www.calsky.com/>. Untuk memperoleh tanggal, bulan, dan tahun dengan nilai deklinasi yang sesuai atau mendekati nilai deklinasi hasil rumus 4, digunakan mesin hitung pada menu **Sun**, kemudian sub-menu **Ephemeris**. Masukan yang diminta oleh alat hitung ini antara lain: **coordinate** (dapat diatur melalui peta, atau dengan memasukkan koordinat lintang dan bujur situs), **date** (terdiri dari tanggal, bulan, tahun, dan jenis tahun: sebelum masehi atau masehi), **time** (terdiri dari jam, menit, dan detik), **duration** (rentang maksimum dari keluaran yang dihasilkan), dan **interval** (interval keluaran). Selain itu, terdapat pilihan **positional ephemeris**, dimana dalam penelitian ini akan digunakan pilihan **polar topocentric equatorial (Astrometric J2000)**. Mengingat masukan alat hitung yang diminta merupakan keluaran yang diharapkan dalam tahap analisis kalender astronomi, yakni tanggal, bulan dan tahun, maka yang kemudian dilakukan adalah mencoba setiap kemungkinan tanggal, bulan dan tahun yang nantinya hasil deklinasi perhitungan komputer tersebut akan dicocokkan dengan deklinasi hasil perhitungan rumus 4.

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa banyak temuan berupa inskripsi pendek berisi angka tahun yang ditemukan di kompleks percandian Panataran. Beberapa inskripsi angka tahun ini memiliki (atau diduga memiliki) konteks secara langsung dengan bangunan-bangunan candi yang ada di situs ini. Angka tahun yang memiliki konteks dengan bangunan candi akan digunakan sebagai patokan selesainya pembangunan candi, sehingga perhitungan tanggal, bulan, dan tahun dibangunnya candi harus ditelusuri ke belakang. Hal ini tentu saja membantu mempersempit ruang analisis dan meningkatkan tingkat akurasi analisis.

Setelah diperoleh beberapa penanggalan yang memiliki nilai deklinasi yang sesuai, dilakukan pengecekan usia bulan terhadap hasil perolehan tanggal, bulan, dan tahun. Untuk melihat umur bulan, digunakan mesin hitung pada menu **Moon**, kemudian sub-menu **Phases**. Masukan yang diminta oleh alat hitung ini antara lain: **coordinate** (dapat diatur melalui peta, atau dengan memasukkan koordinat lintang dan bujur situs), **date** (terdiri dari tanggal, bulan, tahun, dan jenis tahun: sebelum masehi atau masehi), **time** (terdiri dari jam, menit, dan detik), dan **duration** (rentang maksimum dari keluaran yang dihasilkan). Apabila tanggal, bulan, dan tahun yang diuji menunjukkan hasil fase bulan sabit dengan rentang umur bulan 1-6 hari, dapat diduga kuat tanggal tersebut merupakan awal dibangunnya candi.

Dari proses analisis di atas, diperoleh keluaran sebagai berikut:

Tabel 3. Keluaran tanggal, bulan, dan tahun

Nama Candi	A. Tahun	Tanggal	Dec (R4)	Dek	Umur Bulan
Candi Angka Tahun	1369	17 April 1368	16°07'02"	16°07'55"	1
		22 Juli 1365	16°07'02"	16°08'16"	3
		20 April 1363	16°48'45"	16°48'40"	5

Candi Naga	1323	19 April 1360	16°48'45"	16°44'48"	3
		17 April 1360	16°07'02"	16°10'47"	1
		28 Maret 1319	09°28'04"	09°28'34"	6
		29 Maret 1316	10°04'58"	10°06'30"	5
		29 Maret 1313	10°04'58"	10°01'29"	2
		31 Juli 1196	13°03'48"	12°59'17"	4
		2 Agustus 1196	12°21'48"	12°19'43"	6
		2 Agustus 1193	12°21'48"	12°24'15"	3
Cadi Induk Panataran	1197	5 April 1188	12°53'19"	12°48'33"	6
		2 Agustus 1185	12°21'48"	12°23'17"	4
		31 Juli 1185	13°03'48"	13°02'48"	2
		4 April 1185	12°21'48"	12°23'50"	2
		6 April 1185	13°03'48"	13°03'43"	4
		2 Agustus 1177	12°21'48"	12°22'21"	6
		4 April 1177	12°21'48"	12°24'56"	3
		6 April 1177	13°03'48"	13°04'48"	5
Pendopo Teras II	1369	1 Juli 1367	21°08'04"	21°09'11"	3
		10 Juli 1366	19°14'18"	19°17'30"	1
		10 Juli 1364	19°14'18"	19°10'33"	3
		29 April 1362	19°14'18"	19°10'21"	4
		8 Mei 1361	21°08'04"	21°04'16"	3
		1 Juli 1359	21°08'04"	21°08'39"	5
		8 Juli 1369	19°40'13"	19°40'13"	4
Pendopo teras I	1369	1 Mei 1362	19°40'13"	19°40'13"	6
		8 Juli 1361	19°40'13"	19°40'13"	5

Keluaran tersebut merupakan hasil dari perhitungan 10 tahun ke belakang, dimulai dari angka tahun yang memiliki konteks dengan masing-masing candi. Pada Candi Angka Tahun, pendopo teras I, dan pendopo teras II, penentuan tahun dimulainya perhitungan tentu saja didasari angka tahun yang terdapat di bagian ambang pintu masuk candi Angka Tahun, yakni 1369 Masehi (1291 Saka). Untuk Candi Naga patokan yang digunakan adalah angka tahun yang terdapat pada batu ambang lepas yang diduga berasal dari candi ini. Angka tahun pada batu ambang ini menunjukkan 1323 Maseh (1245 Saka).

Untuk Candi Induk Panataran perhitungannya dilakukan mundur 20 tahun karena dinilai memiliki ukuran lebih besar. Selain itu, tahun dimulainya perhitungan adalah angka tahun yang terdapat pada Prasasti Palah. Hal ini didasarkan pada isi prasasti yang menyebutkan adanya upacara *Pratisthā* pada prasasti batu yang bertanda Kṛtajaya (Wahyudi, Munandar, & Soesanti, 2014). Jika dilihat dari konteks dan lokasinya, sangat mungkin upacara *Pratisthā* yang dimaksud di sini merupakan upacara peresmian candi atau pendirian lingga, namun yang pasti berkaitan dengan candi Panataran. Oleh karena itu, meskipun ditemukan angka tahun lain yang berbeda di sekitar Candi Induk Panataran, yang digunakan adalah angka tahun yang terdapat di Prasasti Palah sekaligus angka tahun tertua di situs ini. Hal yang perlu menjadi pertimbangan juga adalah status dari daerah Palah yang dianggap sebagai tempat suci sejak masa kekuasaan Kerajaan Kadiri, sehingga sangat mungkin Candi Induk Panataran didirikan pada masa Kadiri dan dikembangkan menjadi pusat keagamaan pada masa Majapahit.

3.7 Penyusunan kronologi perkembangan kompleks percandian Panataran

Dari keluaran pada Tabel 2 dapat terlihat bahwa semua bangunan memiliki arah hadap di dalam ruang deklinasi matahari. Fakta ini memberikan informasi bahwa sangat mungkin bangunan-bangunan selain candi di dalam kompleks percandian Panataran, atau kompleks percandian lain, juga diorientasikan ke arah matahari. Tampaknya kesakralan kompleks percandian Panataran tak hanya terbatas pada bangunan candi, namun lebih kepada keseluruhan kompleks percandian, termasuk di dalamnya setiap bangunannya.

Bangunan di kompleks percandian Panataran dibangun pada kisaran bulan Maret akhir hingga awal Mei dan antara awal Juli hingga awal Agustus. Semua candi menghasilkan keluaran tanggal, bulan, dan tahun yang menunjukkan waktu 4 tahun sebelum waktu penetapan. Selain itu, Candi Angka Tahun, pendopo teras I, pendopo teras II dan Candi Naga juga menghasilkan keluaran yang tidak jauh berbeda, yakni 6 tahun dan 7 tahun sebelum penetapan, disamping Candi Induk Panataran, dengan ukuran lebih besar, juga menghasilkan keluaran yang tidak berbeda begitu jauh, yakni sekitar 9 tahun sebelum penetapan. Pada penelitian sebelumnya juga didapati hasil yang tidak begitu jauh, yakni 4-12 tahun durasi pembangunan candi. Hal ini dapat menjadi indikasi bahwa

semua candi bisa saja dibangun dalam durasi yang relatif sama. Hal ini kemudian dapat memperkuat dugaan Munandar (2015) mengenai adanya kelipatan jumlah pekerja pembangunan candi tergantung dari ukuran dan bahan pembuatan candi. Adanya penyesuaian jumlah pekerja dengan ukuran dan bahan pembuatan candi sangat mungkin mengakibatkan durasi pembangunan candi yang relatif sama.

Jika ditelaah lebih lanjut, secara kronologis, terdapat beberapa tahap pembangunan kompleks percandian Panataran. Dengan menjadikan tanggal pembangunan candi sebagai patokan, dapat disusun kronologi sebagai berikut:

1. Pembangunan Candi Induk Panataran (Palah) yang kira-kira dimulai pada tahun 5 April 1188 dan selesai pada tahun 1197 dengan ditetapkannya daerah Palah tersebut sebagai Sima dengan diresmikannya prasasti Palah (1197 Masehi).
2. Pengembangan tahap pertama yang dilakukan oleh Jayanagara (1309-1328 Masehi). Pembangunan ini meliputi perluasan area percandian Palah. Pada masa Jayanagara inilah dimungkinkan terjadi perubahan besar-besaran pada candi Palah menjadi suatu kompleks percandian. Pada masa ini kemungkinan besar konsep triloka mulai diwujudkan dalam kompleks percandian Panataran dengan dibangunnya pagar dan gapura terluar kompleks percandian serta pagar dan gapura masing-masing halaman yang membagi kompleks percandian Palah menjadi 3 halaman. Pada masa ini juga dilakukan pembangunan Candi Naga. Semua pekerjaan ini mungkin saja dimulai bersamaan dengan dimulainya pengerjaan Candi Naga, kira-kira pada tahun 1316 Masehi. Candi Naga sendiri sangat mungkin dibangun pada 29 Maret 1316. Pada kisaran tahun 1318-1320 Masehi seluruh pagar dan gapura selesai dibangun, lengkap dengan sepasang *dwarapala* yang mengawal masing-masing gapura. Lalu pada tahun 1323 Candi Naga selesai dibangun.
3. Pengembangan halaman utama (pengembangan tahap kedua) yang dilakukan oleh Tribhuwanottunggadewi (1328-1356 Masehi). Pengembangan ini hanya difokuskan pada bagian halaman utama dari kompleks percandian Palah. Pada tahap pengembangan kedua ini sangat mungkin dilakukan pengerasan halaman utama dan pengembangan Candi Palah (Induk Panataran), termasuk ditambahkannya dua pasang arca *dwarapala* (*mahakala*) berangka tahun 1347 Masehi yang mengawal dua tangga masuk Candi Palah.
4. Pengembangan halaman barat (pengembangan tahap ketiga) yang dilakukan oleh Hayam Wuruk (1356-1389 Masehi). Pengembangan ini berfokus pada halaman luar atau halaman barat kompleks percandian Palah. Pada tahap pengembangan halaman barat ini pula, tepatnya pada 20 April 1363 Masehi, dilakukan pembangunan Candi Angka Tahun yang kemudian selesai pada tahun 1369 Masehi.

Jika diasumsikan bahwa keseluruhan pengembangan halaman barat diselesaikan bersamaan, maka dapat diduga kuat bahwa setahun sebelum Candi Angka Tahun dibangun, tepatnya pada kisaran tanggal 1-8 Mei 1362 dibangun pendopo teras I dan II di halaman barat kompleks percandian Panataran.

5. Penambahan *patirthan*, yang jika dilihat dari angka tahun yang dipahatkan *patirthan* ini selesai dibangun pada tahun 1415 Masehi (Masa Pemerintahan Wikramawardhana).

4. Kesimpulan

Kajian kronologi candi sering menggunakan metode penanggalan relatif, dengan metode penanggalan absolut jarang digunakan kecuali menggunakan data prasasti. Namun, prasasti seringkali mencatat penggunaan candi setelah pembangunan, bukan pembangunan itu sendiri. Rekonstruksi kronologi pembangunan candi menggunakan pendekatan arkeoastronomi, mengacu pada prinsip astronomi yang digunakan dalam pembangunan bangunan suci di India. Pendekatan ini, terutama dengan model penelitian astroarkeologi, diaplikasikan untuk menentukan waktu pembangunan candi di kompleks percandian Panataran. Hasilnya menunjukkan waktu pembangunan candi berkisar antara 4-9 tahun, yang konsisten dengan penelitian sebelumnya. Pendekatan arkeoastronomi juga digunakan untuk bangunan lain di kompleks Panataran, menunjukkan kesakralan seluruh kompleks. Ini menegaskan kompleks Panataran dibangun dalam beberapa tahap selama 2 abad, menunjukkan kelangsungan kesakralan sejak masa Kadiri hingga Majapahit. Penelitian ini menunjukkan potensi arkeoastronomi sebagai metode alternatif untuk kajian kronologi candi, terutama jika didukung oleh prasasti yang relevan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada tim IASSSF karena telah mendukung penulisan penelitian ini.

Kontribusi Penulis

Semua penulis berkontribusi penuh atas penulisan artikel ini.

Pendanaan

Penelitian ini tidak menggunakan pendanaan eksternal.

Pernyataan Dewan Peninjau Etis

Tidak berlaku.

Pernyataan *Informed Consent*

Tidak berlaku.

Pernyataan Ketersediaan Data

Tidak berlaku.

Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan.

Akses Terbuka

©2024. Artikel ini dilisensikan di bawah Lisensi Internasional Creative Commons Attribution 4.0, yang mengizinkan penggunaan, berbagi, adaptasi, distribusi, dan reproduksi dalam media atau format apa pun. selama Anda memberikan kredit yang sesuai kepada penulis asli dan sumbernya, berikan tautan ke lisensi Creative Commons, dan tunjukkan jika ada perubahan. Gambar atau materi pihak ketiga lainnya dalam artikel ini termasuk dalam lisensi Creative Commons artikel tersebut, kecuali dinyatakan lain dalam batas kredit materi tersebut. Jika materi tidak termasuk dalam lisensi Creative Commons artikel dan tujuan penggunaan Anda tidak diizinkan oleh peraturan perundang-undangan atau melebihi penggunaan yang diizinkan, Anda harus mendapatkan izin langsung dari pemegang hak cipta. Untuk melihat salinan lisensi ini, kunjungi: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Daftar Pustaka

- Acharya, P. K. (1927). *Indian Architecture According to Manasara-Silpasastra*. New York: Oxford University Press.
- Acharya, P. K. (1980). *Architecture of Manasara: Translated from Original Sanskrit*, 5 Vols. New Delhi: Munshiram Manoharial Publisher Pvt. Ltd.
- Anggraeni, N. (1972). Penentuan Umur dalam Arkeologi Indonesia. Dalam *Berita Antropologi*, IV (11)
- Aveni, A. F. (1981). *Archaeoastronomy*. Dalam M. Schiffer, *Advance in Archaeological Method and Theory*, Vol. 4. New York: Academic Press.
- Bernet Kempers, A. J. (1959). *Ancient Indonesian Art*. Amsterdam: C. P. J. Van Der Peet.
- Boechari. (1977). Epigrafi dan Sejarah Indonesia. *Majalah Arkeologi* 1, 1-40.
- Federsen, O. (1982). *The present Position of Archaeo-Astronomy*. Dalam D. C. Heggie, *Archaeoastronomy in the Old World*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Grant, J., Gorin, S., & Fleming, N. (2002). *The Archaeology Coursebook: An Introduction to Study Skills, Topics, and Methods*. London: Routledge.
- Hapsoro, E. L. (1986). Arah-Hadap Candi: Analisis Pendahuluan tentang Kronologi Candi Melalui Pendekatan Astroarkeologi. Fakultas Sastra Universitas Indonesia. <https://lib.ui.ac.id/detail.jsp?id=20156360>
- Krom, N. J. (1956). *De Hindoe-Javaansche Tijd*. Jakarta: P. T. Pembangunan Djakarta.
- Munandar, A. A. (2010). *Catuspatha Arkeologi Majapahit*. Jakarta: Penerbit Wedatama Widya Sastra.
- Munandar, A. A. (2015). *Keistimewaan Candi-candi Zaman Majapahit*. Jakarta: Wedatama Widya Sastra.
- Sedyawati, E., Santiko, H., Djafar, H., Maulana, R., Ramelan, W. D., & Ashari, C. (2013). *Candi Indonesia Seri Jawa*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
- Soekmono. (1979). *The Archaeology of Central Java before 800 A.D.* Dalam R. B. Smith, & W. Watson, *Early South East Asia*. New York/Kuala Lumpur: Oxford University Press.
- Vogler, E. (1949). *De Monsterkop uit het Omljstingsornament van Tempeldoorgangen en Nissen in de Hindoe-Javaanse Bouwkunst*. Leiden: E.J. Brill.
- Wahyudi, D. Y., Sujud, P. J. S., Munandar, A. A., & Soesanti, N. (2014). Pusat pendidikan keagamaan masa Majapahit. *Jurnal Studi Sosial*, 6(2), 107-119. <https://lp2m.um.ac.id/wp-content/uploads/2014/03/f.pdf>

Biografi Penulis

MUHAMMAD FAQIH AKBAR, Program Studi Arkeologi, Fakultas Ilmu Pengetahuan Budaya, Universitas Indonesia

- Email: fqhakbr@gmail.com
- ORCID: -
- Web of Science ResearcherID: -
- Scopus Author ID: -
- Homepage: -