

RELIEF DAN STRUKTUR STUPA CANDI BOROBUDUR DITINJAU SECARA ARKEOASTRONOMI

Kharisma Nabila¹, Pratama Dharma Surya¹, Mahbubi Satria Agusti Wirawan², Resty Khairul Nisa¹, dan Djaliati Sri Nugrahani¹

¹Program Studi Arkeologi, Departemen Arkeologi, Fakultas Ilmu Pengetahuan Budaya, Universitas Gadjah Mada, Jln. Sosio Humaniora, Bulaksumur, Caturtunggal, Yogyakarta 55281, Indonesia

²Program Studi Teknik Nuklir, Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Jln. Grafika No.2, Sendowo, Sinduadi, Yogyakarta 55281, Indonesia
kharismanabila250@mail.ugm.ac.id

Abstract. *Reliefs and Structures of Borobudur Temple Stupa's Reviewed from Archeoastronomy.* Previous researchers believed that Relief IVB-66 relates to the constellation of Ursa Major; and the temple stupas have a relation to the gnomon. A review of the archeoastronomy aspects of Borobudur Temple should pay attention to the culture of the Ancient Javanese people around the Borobudur Temple. This paper aims to provide a new interpretation of the relationship among reliefs IVB-66, temple stupas, and astronomy aspects through astronomical calculations, which have never been researched. The data of this study were obtained from literature studies and observations. This study employed an archeoastronomical approach, a research data analysis carried out by interpreting the meaning and calculating astronomical data. The calculation of equatorial-horizontal coordinate transformations shows that the Pleiades star cluster is 41.28° higher than Ursa Major constellation in 800 AD. Therefore, the relief IVB-66 on Borobudur Temple based on the Gandavyuha story relates to the Pleiades star cluster. Furthermore, the structure of the Borobudur Temple stupa is associated with archaeological aspects, which are based on the number of 73 stupas of Borobudur Temple with the difference in days between the sun when it is at the spring point and the highest point when Ursa Major constellation is in the celestial meridian. This finding enriches the evidence of the use of the Pleiades star cluster in Ancient Javanese society and the use of the Borobudur Temple stupas as a daily time marker.

Keywords: Archeoastronomy, Borobudur, Relief, Pleiades, Ursa Mayor

Abstrak. Relief IVB-66 diyakini oleh para peneliti terdahulu memiliki relasi dengan rasi bintang Ursa Mayor dan pada *stupa* candi memiliki relasi dengan *gnomon*. Tinjauan terhadap aspek arkeoastronomi pada Candi Borobudur seharusnya juga memperhatikan budaya masyarakat Jawa Kuno yang digunakan di sekitar Candi Borobudur. Tulisan ini bertujuan untuk memberikan tafsiran baru mengenai relasi antara relief IVB-66 dan *stupa* candi dengan aspek astronomi melalui perhitungan astronomis yang belum pernah dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Data penelitian ini diperoleh dari studi pustaka dan observasi. Penelitian ini menggunakan pendekatan arkeoastronomi, yaitu analisis data penelitian yang dilakukan melalui interpretasi makna dan perhitungan data astronomis. Hasil perhitungan transformasi koordinat ekuatorial-horizontal menunjukkan gugus bintang Pleiades lebih tinggi $41,28^\circ$ daripada rasi bintang Ursa Mayor pada tahun 800 Masehi, sehingga relief IVB-66 pada Candi Borobudur yang didasarkan pada cerita *Gandavyuha* memiliki relasi dengan gugus bintang Pleiades. Selain itu, struktur *stupa* Candi Borobudur juga memiliki keterkaitan dengan aspek arkeoastronomi yang didasarkan pada jumlah 73 *stupa* Candi Borobudur dengan selisih hari antara matahari saat berada di titik musim semi dengan titik tertinggi saat rasi bintang Ursa Mayor berada di meridian langit. Temuan ini memperkaya bukti penggunaan gugus bintang Pleiades dalam masyarakat Jawa Kuno dan penggunaan *stupa* Candi Borobudur sebagai penanda waktu harian.

Kata Kunci: Arkeoastronomi, Borobudur, Relief, Pleiades, Ursa Mayor



1. Pendahuluan

Candi merupakan bangunan kuil yang digunakan sebagai tempat ibadah oleh masyarakat kuno pada masa Hindu-Buddha (Soekmono 1977, 21). Candi berfungsi sebagai kuil, *stupa*, biara, ataupun balai kambang di Indonesia, namun fungsi pada candi juga mengalami perkembangan seiring dengan perkembangan penelitian mengenai candi. Hal ini dapat terjadi karena adanya pengembangan studi multidisiplin pada objek kajian arkeologis. Studi multidisiplin tersebut dilakukan dengan menggunakan berbagai macam cabang ilmu pengetahuan, seperti biologi, fisika, astronomi, dan geografi, untuk memahami, menganalisis, dan menginterpretasikan suatu data arkeologis yang menggunakan konsep dasar ilmu pengetahuan. Salah satu ilmu pengetahuan yang digunakan dalam penelitian ini ialah ilmu astronomi. Arkeoastronomi adalah sebuah sebutan untuk studi multidisiplin antara ilmu arkeologi dan astronomi mengenai pemahaman objek dan peristiwa di langit berdasarkan peninggalan budaya untuk mengetahui kesinambungan ataupun perubahan budaya (Brown 2016, 1; Magli 2016, 43).

Ilmu astronomi sudah digunakan oleh masyarakat masa lampau untuk memberikan pengaruh pada aspek kosmologis kepercayaan mereka. Hal ini dapat dilihat dari adanya kajian-kajian mengenai penggunaan aspek astronomi pada monumen masa prasejarah, yaitu pada monumen Almendres Stone Sites (Magli 2016, 64). Selain itu, penggunaan objek astronomi untuk memberikan makna tertentu tampak pada beragam temuan di berbagai penjuru dunia mengenai keterkaitan antara objek arkeologi dengan objek astronomi. Hal tersebut tampak pada relief batu yang disebut sebagai Horoskop Singa dengan menggambarkan Mars, Merkurius, Jupiter, Bulan Sabit, dan Rasi Bintang Leo di Nemrud Dag, sebuah makam penguasa Kerajaan Commagene di utara Suriah dan Efrat (Magli 2016, 228). Ilmu astronomi juga digunakan dalam kehidupan sosial masyarakat kuno Mesir, Tibet, dan India, yang peradabannya lebih tua dibandingkan masyarakat kuno Borobudur. Masyarakat kuno Mesir menggunakan ilmu astronomi untuk menentukan orientasi makam-makam Firaun yang ada di

dalam piramida menuju ke arah bintang tertentu yang dijadikan sistem kepercayaan masyarakat kuno Mesir (Magli 2016, 71). Serupa dengan itu, masyarakat Tibet dan India menggunakan objek gugus bintang Pleiades sebagai kalender yang terkait dengan aspek pertanian di dalam kebudayaannya (Johnson-Groh 2013, 12).

Di Indonesia, ilmu astronomi sudah digunakan pada masyarakat di Candi Borobudur. Hal ini didasarkan pada adanya penggambaran relief-relief benda langit yang ada pada Candi Borobudur. Penggambaran relief tersebut didasarkan pada cerita yang berbeda di setiap tingkatan lantainya, tetapi memiliki satu tujuan yang sama yaitu untuk mencari pencerahan (Anandajoti 2018, 385). Ilmu astronomi digunakan sebagai penghubung antara sistem kepercayaan, sistem pertanian, dan sistem navigasi pada kebudayaan masyarakat kuno Borobudur. Hal ini diperkuat dengan adanya penggambaran relief pada Candi Borobudur berupa tanaman, perahu, dan kendaraan darat yang diduga merupakan representasi dari kehidupan sosial masyarakat kuno Borobudur.



Gambar 1. Relief Candi Borobudur yang diduga menggambarkan kendaraan darat masyarakat Jawa Kuno. (Sumber: Kharisma Nabila, 2021)

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, kajian arkeoastronomi pada Candi Borobudur dilakukan untuk mencari fungsi pada *stupa* candi yang digunakan sebagai *gnomon* (Simatupang, Hariawang, and Sungging 2011, 51). Selain itu, kajian arkeoastronomi lainnya ialah terdapat dua interpretasi mengenai relief tujuh bulatan pada relief IVB-66. Interpretasi pertama menyatakan bahwa relief tersebut menggambarkan rasi bintang Ursa Mayor sebagai penanda arah utara (Suhartono 2017, 17) dan (Simatupang, Hariawang, and Sungging

2011, 52). Interpretasi kedua menyatakan bahwa relief tersebut diduga merupakan gugus bintang Pleiades karena masyarakat Jawa menganggap kemunculan Pleiades menjadi penanda dimulainya waktu tanam (Got 2013, 9). Akan tetapi, interpretasi yang dilakukan oleh Got masih belum kuat untuk menduga bahwa relief tersebut merupakan gugus bintang Pleiades karena tidak adanya perhitungan secara astronomis dan Got hanya memberikan argumentasi tanpa disertai data pendukung.

Munculnya dua interpretasi tersebut diakibatkan oleh rasi bintang Ursa Mayor dan gugus bintang Pleiades sama-sama memiliki unsur 7 bintang. Namun, dalam penelitian ini, interpretasi relief tujuh bulatan tersebut akan diuji keterkaitannya dengan gugus bintang Pleiades. Gugus bintang Pleiades memiliki peran yang lebih penting dibandingkan rasi bintang Ursa Mayor karena gugus bintang Pleiades memiliki keterkaitan dengan kebudayaan Jawa Kuno dan India. Pleiades pada masyarakat Jawa Kuno dikenal dengan sebutan *Kartika*. Dalam mitologi Hindu di India, istilah *kartika* merujuk sebagai penanda penanggalan dalam kalender Hindu, sedangkan pada masyarakat Jawa Kuno *kartika* digunakan sebagai penanda waktu perubahan musim pertanian.

Berkaitan dengan hal tersebut, penelitian ini akan membahas relasi antara relief dan *stupa* Candi Borobudur dengan objek dan peristiwa astronomis yang didasarkan cerita relief Candi Borobudur, serta pemahaman masyarakat kuno terhadap ilmu astronomi di Candi Borobudur. Relief yang digunakan dalam kajian arkeoastronomi Candi Borobudur terdapat di kolom ke-4 atau *fourth gallery* yang berada pada sisi utara candi dengan nomor relief yang menggambarkan bulan, bintang, dan matahari bernomor IVB-66, sedangkan relief yang menggambarkan objek astronomis berada

diantara nomor IVB-1 hingga IVB-84. Dugaan penggambaran bintang tersebut tampak pada penggambaran relief tujuh bulatan di antara sebuah sabit yang diinterpretasi sebagai bulan dan sebuah lingkaran besar yang diinterpretasi sebagai matahari. Relief tersebut digambarkan

secara berdekatan dan mengumpul serupa dengan bentuk gugus bintang Pleiades.

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan pengetahuan baru mengenai kajian arkeoastronomi yang dapat dipahami masyarakat dan menjadi rekomendasi pembelajaran mengenai pengaruh arkeoastronomi Candi Borobudur pada Masa Kerajaan Hindu-Buddha di Indonesia. Penelitian ini juga dapat dijadikan sebagai rekomendasi atraksi pariwisata melalui *storytelling* atau pengisahan mengenai kajian arkeoastronomi yang ada pada Candi Borobudur. Hal tersebut merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan daya tarik wisata guna mendukung Candi Borobudur sebagai destinasi wisata superprioritas.

2. Metode

Pengumpulan data penelitian dilakukan melalui studi pustaka dan observasi. Data primer yang digunakan adalah data data arkeologi berupa relief IVB-66 dan struktur jumlah *stupa* Candi Borobudur serta data astronomi yang berkaitan dengan gugus bintang Pleiades dan rasi bintang Ursa Mayor, sedangkan data arkeologi dan astronomi lainnya hanya digunakan sebagai data pembanding. Observasi dalam penelitian ini dilakukan secara luring dengan mengamati relief IVB-66 pada *fourth gallery* Candi Borobudur dan mengamati jumlah *stupa* pada Candi Borobudur. Data yang dikumpulkan melalui observasi luring berupa dokumentasi relief-relief candi yang memiliki relasi dengan objek astronomi. Selain itu, observasi juga dilakukan untuk mendapatkan data penelitian mengenai data astronomis melalui aplikasi Stellarium. Studi pustaka dalam penelitian ini dilakukan untuk memperoleh data sekunder mengenai kajian arkeologi dan astronomi melalui hasil-hasil kajian terdahulu, seperti artikel ilmiah, laporan penelitian, konferensi ilmiah, skripsi, disertasi, dan buku. Data sekunder mengenai aspek arkeologi yang diperoleh dalam penelitian ini berupa bagian cerita yang ada pada relief IVB-66 yang berhubungan dengan relief tujuh bulatan pada Candi Borobudur, sehingga penelitian ini dapat menghubungkan antara cerita yang ada pada relief dengan kehidupan masyarakat kuno Borobudur.

Analisis data dilakukan dengan menggunakan pendekatan arkeoastronomi secara kualitatif dan kuantitatif serta melakukan perbandingan. Analisis data kualitatif dilakukan melalui reduksi data, penyajian data, dan interpretasi makna. Analisis data kuantitatif dilakukan melalui perhitungan astronomi terkait dengan data astronomi gugus bintang Pleiades pada masa dibangunnya Candi Borobudur. Analisis perbandingan dalam penelitian ini dilakukan dengan membandingkan dua objek, yaitu gugus bintang Pleiades dengan rasi bintang Ursa Mayor untuk mencari perbedaan dan persamaannya. Analisis ini digunakan untuk membandingkan data sudut ketinggian, pola kedekatan, dan data ekuatorial. Penelitian ini juga menggunakan pendekatan interpretasi. Interpretasi merupakan ilmu untuk menafsirkan segala simbol atau lambang dengan menyiratkannya secara verbal dan dapat dipahami oleh masyarakat secara luas (Sungkar 2021, 5). Interpretasi dalam penelitian ini dilakukan untuk menguji tafsir relief tujuh bulatan sebagai gugus bintang Pleiades.

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

3.1 Relasi Astronomi dalam berbagai Situs Arkeologi

Arkeoastronomi pada bangunan kuno sudah ditemukan sejak masa prasejarah. Bukti penggunaan arkeoastronomi pada bangunan prasejarah terdapat pada situs Almendres Stone Sites yang merupakan situs pemakaman. Pemakaman di situs ini, memiliki orientasi makam menghadap ke arah matahari terbit (Magli 2016, 59). Berdasarkan hal tersebut, penggunaan ilmu astronomi sudah terlihat pada situs masa prasejarah yang kemudian ditemukan juga pada masa yang lebih muda di tempat yang berbeda. Penemuan tersebut ditemukan di Piramida Mesir yang memiliki orientasi tertentu menuju titik meridian di langit pada beberapa sisi piramida (Magli 2016, 47). Perbandingan data langit pada tahun 2500 SM menunjukkan bahwa poros utara piramida berorientasi menuju bintang Thuban atau pole star dan Kochab yang merupakan bintang terang dari rasi bintang Ursa Minor. Namun, poros selatan berorientasi pada sabuk

Orion yang terdiri atas tiga buah bintang, yaitu Alnitak, Alnilam, dan Mintaka, serta berorientasi ke Sirius (Magli 2016, 70). Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa peran ilmu arkeoastronomi bangsa Mesir cukup penting, yaitu untuk menunjukkan adanya keterkaitan antara ruang makam Firaun atau Pharaoh yang secara langsung berorientasi ke arah bintang.

Monumen lain yang sudah diteliti relasinya dengan astronomi adalah Angkor Wat di Kamboja (Magli 2017, 14). Penelitian tersebut menggunakan data yang bersumber dari Google Earth dan GIS untuk merekonstruksi langit kuno dengan bantuan aplikasi Stellarium. Penelitian tersebut bertujuan untuk memahami relasi astronomi dengan orientasi dan topografi secara sistematis, serta mengikuti metode arkeoastronomi modern. Hasilnya adalah terdapat pola orientasi dan keselarasan mata angin yang sangat jelas, yang berkaitan dengan simbolisme kuil dan pengelolaan kekuasaan oleh raja-raja Khmer. Hal tersebut diperkuat dengan dugaan bahwa candi-candi tersebut bukanlah unit yang terisolasi, melainkan adanya keterkaitan dengan bangunan sebelumnya.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Magli 2016: 2017), penggunaan ilmu pengetahuan astronomi sebagai dasar orientasi suatu situs dan objek yang digunakan dalam ritual tertentu masyarakat kuno memberikan gambaran bahwa ilmu astronomi memiliki peran penting dalam kebudayaan masyarakat kuno di berbagai wilayah di dunia.

Aspek astronomi pada Candi Borobudur dapat ditinjau dari adanya penelitian tentang titik balik matahari musim panas, titik balik matahari musim dingin, dan ekuinoks yang didasarkan pada letak kesejajaran tiga candi – Candi Mendut, Candi Pawon, dan Candi Borobudur yang telah dibahas oleh (Sparavigna 2017c, 4). Pemahaman peristiwa astronomis ini telah dipertimbangkan secara luas dalam perencanaan monumen dan arsitektur lainnya oleh masyarakat kuno. Arsitektur setiap kebudayaan masyarakat kuno memiliki perbedaan yang disebabkan oleh letak wilayah. Wilayah Indonesia terletak pada wilayah tropis sehingga memiliki peristiwa atau aspek astronomis yang berbeda dengan wilayah lain.

Candi-candi di Jawa, seperti Candi Borobudur, Sewu, dan Prambanan, memiliki relasi antara arsitekturnya dengan gerak semu matahari (Sparavigna 2017a, 2). Candi Sewu merupakan sebuah kompleks candi Buddha abad kedelapan, mendahului Candi Prambanan dan Candi Borobudur. Candi Sewu diduga berfungsi sebagai candi utama kerajaan Buddha era Sailendra disebabkan Candi Sewu dibangun sebelum Borobudur dan Prambanan (Dumarcay 2007, 9). Berdasarkan hasil penelitian, Candi Sewu dibangun pada tahun 775 Masehi dan bercorak agama Buddha (Tuyu and Herwindo 2021, 104).

Kompleks Candi Sewu memiliki kesesuaian yang menandai lintasan melalui titik puncak matahari yang ditunjukkan oleh candi pusat dan salah satu candi apit timur (Sparavigna 2017b, 9). Lintasan tersebut terjadi pada 12 Oktober 2016 pada pertengahan Oktober ini saat matahari melintas di atas candi pada waktu tengah hari, posisi matahari berada tepat di atas candi, sehingga menjadi hari tanpa bayangan, hal ini juga terjadi pada awal Maret. Sesudah lintasan berada di titik puncak Oktober, matahari mencapai titik balik bulan Desember dan memiliki lintasan titik puncak lainnya di akhir Februari atau awal Maret. Jika dihitung jumlah hari antara 12 Oktober 2016 dan 21 Desember 2016 (termasuk kedua tanggal tersebut), diperoleh angka 71 hari, selanjutnya, jika dihitung dari 21 Desember hingga 1 Maret 2017, diperoleh kembali angka 71 hari dan jumlah hari dari tanggal 1 Maret hingga 21 Juni 2017, termasuk dua tanggal tersebut, didapatkan angka 113 hari (Sparavigna 2017b, 10).

Sparavigna dalam penelitiannya “The zenith passage of the Sun and the architectures of the tropical zone” mencatat bahwa terdapat hubungan antara jumlah hari pada titik puncak matahari di bulan Oktober hingga titik balik matahari Desember dengan jumlah candi yang berada di barisan pertama dan kedua kompleks Candi Sewu. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, dapat diasumsikan bahwa 71 hari adalah 72 malam (perhitungan inklusif) dan ini melegitimasi penggunaan angka genap yang sesuai, sama dengan jumlah candi perwara di kompleks Candi Sewu (Sparavigna 2017b, 11).

Aspek astronomi yang terdapat pada Candi Prambanan ialah adanya keterkaitan antara jumlah candi perwaranya dengan gerak semu matahari didasarkan pada jumlah hari dari berlalunya titik puncak matahari di bulan Maret ke titik balik matahari Juni (Sparavigna 2017b, 9). Kompleks Candi Prambanan terdapat 224 candi perwara yang kemudian dihubungkan dengan jumlah 112 hari setelah atau sebelum titik balik matahari Juni.

Berdasarkan beberapa penelitian tersebut, aspek astronomi terdapat pada tiga candi besar, yaitu Borobudur, Sewu, dan Prambanan. Aspek astronomi yang terdapat pada tiga candi ini berupa lintasan titik puncak dan titik balik matahari yang memiliki relasi dengan jumlah perwara dan *stupa*. Adanya relasi aspek astronomi dengan tiga candi tersebut menggambarkan bahwa perspektif masyarakat masa lampau di sekitar Borobudur, Sewu dan Prambanan tentang ilmu astronomi diduga sudah disesuaikan dengan konsep Buddhisme atau kepercayaan mereka. Penentuan jumlah *stupa* pada tiga candi tersebut tidak hanya didasarkan pada konsep keagamaan Buddhisme dan konsep arsitektur Buddhis saja, tetapi juga didasarkan pada aspek-aspek astronomi yang terdapat pada candi-candi tersebut.

3.2 Relasi Relief Candi Borobudur dengan Arkeoastronomi






Relief candi merupakan salah satu karya seni yang ada pada masa Hindu-Buddha di Indonesia. Relief Candi Borobudur merupakan manifestasi dari cerita-cerita atau teks yang berasal dari India, seperti Mahakarmawibhanga, Jatakamala, Avadana, Lalitavistara, Gandavyuha, dan Bhadracarī yang termasuk di dalam Avatamsaka Sutra. Manifestasi tersebut menunjukkan adanya pemahaman yang luas mengenai kehidupan dan perjalanan dari Sang Buddha, penggambaran tokoh dari Bodhisattva dan Sudhana, serta penggambaran cerita dan ritual yang ada (Nancy 2007, 73). Masyarakat kuno Candi Borobudur memiliki kemajuan kebudayaan yang tinggi dengan adanya seniman yang mampu menggambarkan teks-teks India ke dalam bentuk relief. Kemajuan kebudayaan tersebut juga tampak dari objek-objek yang digambarkan untuk mendukung ataupun melengkapi cerita-cerita yang digambarkan.

Masyarakat yang hidup di masa awal pembangunan Candi Borobudur telah memiliki pandangan ataupun konsep tersendiri mengenai objek dan peristiwa astronomis. Hal tersebut dapat dilihat pada penggambaran beberapa relief di Candi Borobudur yang diduga merepresentasikan bulan dan matahari, seperti tampak pada Tabel 1. Terdapat sebuah relief yang tidak hanya menggambarkan bulan dan matahari. Relief tersebut menggambarkan tujuh bulatan yang diduga sebagai bintang, di antara penggambaran sabit yang diduga sebagai bulan dan lingkaran besar yang diduga sebagai matahari, seperti

yang dapat dilihat pada Gambar 1 (Got 2013, 11; Suhartono 2017, 19). Relief tersebut terletak pada kolom ke-4 *fourth gallery* yang berada pada sisi utara candi dengan nomor relief IVB-66. Relief pada *fourth gallery* menggambarkan perjalanan religius dari Sudhana untuk mencari pencerahan buddhis. Namun, penggambaran objek astronomisnya diduga menunjukkan bahwa kehidupan masyarakat kuno Candi Borobudur pada masa lampau sudah memiliki pandangan mengenai ilmu astronomi.

Relief tujuh bulatan tersebut jika dalam cerita atau adegannya memberikan informasi

Tabel 1. Relief Candi Borobudur
(Sumber: Kharisma Nabila, 2021)

No.	Foto Relief	Objek Astronomis	Keterangan
1.		Bulan dan matahari	Dalam penelitian yang telah dilakukan, ditemukan 4 buah relief yang menggambarkan objek astronomis berupa bulan dan matahari (nomor 1-4) dan sebuah relief yang menggambarkan objek astronomis berupa bulan, bintang, dan matahari.
2.		Matahari dan bulan	
3.		Matahari dan bulan	Hal ini menunjukkan bahwa dalam aktivitas masyarakat kuno di sekitar Candi Borobudur pada masa itu sudah memiliki pandangan mengenai ilmu astronomi, khususnya penggambaran benda-benda langit berupa bulan, bintang, dan matahari.
4.		Matahari dan bulan	
5.		Bulan, bintang, dan matahari	

bahwa “Kita lihat pemandangan perdesaan dengan pepohonan dan semak-semak di tengah. Di atas awan ada rupa bulan, bintang, dan matahari. Samantabhadra berdiri di kiri ini dan mengisyaratkan sembari menunjuk. Sudhana terlihat duduk di tengah para pengikutnya di kiri” (Anandajoti 2018, 385).

Dalam kajian cerita relief yang sama, “... bahkan dalam versi yang paling rumit itu hanya bintang dan konstelasi, bukan matahari dan bulan, yang muncul kedua kali” (Fontein 2012, 142).

Berdasarkan dua versi cerita pada relief yang sama tersebut, penelitian ini mencoba mengidentifikasi objek-objek diduga benda langit yang digambarkan pada relief di *fourth gallery* Candi Borobudur.



Gambar 2. Relief Candi Borobudur IVB-66 yang menggambarkan bulan, bintang, dan matahari.
(Sumber: Kharisma Nabila, 2021)

Relief IVB-66 pada Candi Borobudur juga memiliki relasi dengan bintang di alam semesta melalui beberapa pertimbangan dengan melakukan perbandingan, perhitungan astronomis, dan interpretasi makna. Data mengenai posisi kemunculan gugus bintang Pleiades didapatkan melalui penetapan waktu ketika Candi Borobudur sedang dibangun. Candi Borobudur dibangun sekitar abad ke-8 hingga ke-9 Masehi di masa pemerintahan Raja Samaratungga pada tahun 782–812 Masehi (Puspitasari, Setyawan, and Rini 2010, 2).

Berdasarkan hal tersebut, waktu yang ditetapkan sebagai acuan dalam penelitian ini adalah tahun 800 Masehi yang diinterpretasikan sebagai masa dibangunnya Candi Borobudur. Diketahui bahwa terdapat dua posisi kemunculan gugus bintang Pleiades. Pertama, saat Pleiades

berada di barat pada masa tanam yang diawali dengan tenggelamnya matahari yang diikuti dengan tampaknya gugus bintang Pleiades bersamaan dengan bulan dalam bentuk sabitnya. Kedua, saat Pleiades berada di timur pada masa panen yang didahului oleh kemunculan bulan dalam bentuk sabitnya dan diikuti dengan terbitnya matahari.

Data posisi kemunculan gugus bintang Pleiades tersebut memberikan satu informasi bahwa terdapat suatu proses urutan pergerakan tiga benda langit, yaitu bulan sabit, gugus bintang Pleiades, dan matahari. Secara astronomi, matahari dapat dijadikan sebagai penentu waktu tahunan yang didasarkan pada perubahan arah bayangan *stupa* utama di antara *stupa* kecil (Simatupang, Hariawang, and Sungging 2011, 52). Selanjutnya, Pleiades digunakan sebagai penanda musim hujan atau tanam pada akhir Oktober ketika Pleiades mulai terbit di ufuk timur setelah matahari terbenam. Di sisi lain, Pleiades juga digunakan sebagai penanda musim kemarau jika terbit di ufuk timur saat pagi menjelang matahari terbit yang terjadi pada pertengahan Juni. Artinya, Pleiades digunakan sebagai petunjuk kalender pertanian dan bulan sabit digunakan sebagai pertanda awal bulan, untuk kalender bulanan.

Berdasarkan data tersebut, interpretasi makna terhadap relief IVB-66 ialah sebagai pedoman waktu pertanian baik untuk penentuan musim tanam maupun musim kemarau. Hal ini disebabkan karena adanya dugaan penggunaan tiga benda langit yang sama sebagai penentu musim. Proses kemunculan benda langit di ufuk timur yang digambarkan yaitu bahwa tidak lama setelah bulan muncul, gugus bintang Pleiades akan terbit dan tidak berselang lama dari itu, matahari akan terbit. Proses tersebut bersesuaian dengan datangnya musim panen jika relief dibaca dari kiri ke kanan. Di sisi lain, jika relief dibaca dari kanan ke kiri akan memberikan informasi datangnya musim tanam, yaitu matahari akan tenggelam terlebih dulu yang kemudian diikuti dengan tampaknya gugus bintang Pleiades bersamaan dengan bulan dalam bentuk sabitnya di ufuk barat. Teori sistem tata koordinat ekuatorial juga menunjukkan pergerakan dan posisi benda

langit yang sesuai dengan urutan relief tersebut (Karttunen et al. 2017, 23)

Penelitian ini kemudian dilanjutkan dengan melakukan perhitungan astronomis menggunakan tiga komponen perhitungan. Hal ini dilakukan untuk menguji dugaan yang sudah ada sebelumnya dan memahami relasi relief tujuh bulatan dengan gugus bintang yang diduga digambarkan pada relief tersebut. Komponen perhitungan yang pertama dimulai dari mencari koordinat ekuatorial gugus bintang Pleiades pada saat penelitian dilakukan dengan bantuan aplikasi Stellarium. Komponen perhitungan yang kedua adalah untuk mendapatkan koordinat ekuatorial kedua bintang tersebut di tahun 800 Masehi. Komponen perhitungan yang ketiga adalah untuk mendapatkan ketinggian dari kedua bintang tersebut di meridian langit pada tahun 800 Masehi.

Untuk menguji rasi bintang yang dimaksud pada relief, digunakan data koordinat ekuatorial pada hari Kamis tanggal 17 Juni 2021 untuk rasi bintang Ursa Mayor dan gugus bintang Pleiades, yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Koordinat ekuatorial pada Tabel 2 lalu digunakan untuk menghitung koordinat dari

rasi bintang dan gugus bintang tersebut pada saat Candi Borobudur sedang dibangun pada tahun 800 Masehi. Koordinat ekuatorial suatu benda langit mengalami perubahan diakibatkan oleh presesi bumi (Zombeck 1990, 310), yang memiliki periode selama 26.000 tahun dengan persamaan:

$$\Delta\alpha = M + N \sin \alpha \cos \delta \tag{1}$$

$$\Delta\delta = N \cos \alpha \tag{2}$$

dengan $\Delta\alpha$ merupakan selisih nilai α pada tahun 800 Masehi dengan α pada saat pengamatan dan merupakan selisih nilai δ pada tahun 800 Masehi dengan δ pada saat pengamatan.

Nilai-nilai koefisien M dan N adalah sebagai berikut

$$M = 1,2812323^\circ T + 0,003879^\circ T^2 + 0,0000101^\circ T^3$$

$$N = 0,5567530^\circ T - 0,0001185^\circ T^2 - 0,0000116^\circ T^3$$

$$T = \frac{t - 2000,0}{100}$$

dengan t merupakan waktu pada saat koordinat akan dicari.

Masa pembangunan Candi Borobudur diambil pada tahun $t = 800$ Masehi sehingga

Tabel 2. Data koordinat ekuatorial rasi bintang Ursa Mayor dan gugus bintang Pleiades saat penelitian. (Sumber: Stellarium, 2021)

No	Objek	Asensiorekta (α)	Deklinasi (δ)
1.	<i>Dubhe</i> (α Uma)	11 ^h 05 ^m 01,75 ^d	+61°38'12,1"
2.	<i>Merak</i> (β Uma)	11 ^h 03 ^m 06,93 ^d	+56°16'05,3"
3.	<i>Pechda</i> (γ Uma)	11 ^h 54 ^m 56,64 ^d	+53°34'36,0"
4.	<i>Megrez</i> (δ Uma)	12 ^h 16 ^m 28,32 ^d	+56°54'53,7"
5.	<i>Alioth</i> (ϵ Uma)	12 ^h 54 ^m 57,79 ^d	+55°50'41,6"
6.	<i>Mizar</i> (ζ Uma)	13 ^h 24 ^m 46,95 ^d	+54°48'53,3"
7.	<i>Alkaid</i> (η Uma)	13 ^h 48 ^m 22,76 ^d	+49°12'26,2"
8.	<i>Pleiades</i> (M 45)	03 ^h 48 ^m 15,93 ^d	+24°10'56,2"

$$T = \frac{2000 - 800}{100}$$

$$= \frac{1200}{100}$$

$$T = 12$$

Kemudian, dilanjutkan dengan mencari koefisien M dan N melalui perhitungan berikut

$$M = 1,2812323^\circ (12) + 0,003879^\circ (12)^2 + 0,0000101^\circ (12)^3$$

$$M = 15,951^\circ$$

Serta

$$N = 0,5567530^\circ (12) - 0,0001185^\circ (12)^2 - 0,0000116^\circ (12)^3$$

$$N = 6,644^\circ$$

Didapatkan data bahwa $M=15,951^\circ$ dan $N=6,644^\circ$, selanjutnya, dengan menggunakan persamaan (1) dan (2) diperoleh data koordinat ekuatorial pada $t = 800$ Masehi seperti yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Berdasarkan hasil perhitungan data koordinat ekuatorial rasi bintang Ursa Mayor dan gugus bintang Pleiades pada tahun 800 Masehi, selanjutnya dilakukan perbandingan ketinggian antara rasi bintang Ursa Mayor dengan gugus bintang Pleiades ketika kedua objek berada di meridian langit pada jam 18.30 waktu lokal yang merupakan acuan waktu bagi masyarakat sekitar Candi Borobudur untuk melihat kedua objek tersebut (Karttunen et al. 2017, 33). Asensiorekta rasi bintang *Ursa Mayor* didapat

$$HA_{\odot} + RA_{\odot} = HA_{UMa} + RA_{UMa}$$

$$6^J 30^m + RA_{\odot} = 11^J 19^m 48,73^d$$

$$RA_{\odot} = 11^J 19^m 48,73^d - 6^J 30^m$$

$$RA_{\odot} = 4^J 49^m 48,73^d$$

Waktu yang memenuhi keadaan tersebut dihitung menggunakan persamaan

$$\Delta_t = RA_{\odot} \frac{365,2422 \text{ hari}}{24 \text{ jam}} \quad (3)$$

Tabel 3. Data koordinat ekuatorial rasi bintang Ursa Mayor dan gugus bintang Pleiades tahun 800 Masehi. (Sumber: Stellarium, 2021)

No	Objek	Asensiorekta (α)	Deklinasi (δ)
1.	<i>Dubhe</i> (α Uma)	09 ^J 49 ^m 31,90 ^d	+68°05'25,5"
2.	<i>Merak</i> (β Uma)	09 ^J 49 ^m 32,08 ^d	+62°42'30,4"
3.	<i>Pechda</i> (γ Uma)	10 ^J 50 ^m 20,77 ^d	+60°13'08,3"
4.	<i>Megrez</i> (δ Uma)	11 ^J 15 ^m 35,87 ^d	+63°32'30,1"
5.	<i>Alioth</i> (ϵ Uma)	12 ^J 00 ^m 27,85 ^d	+62°17'55,2"
6.	<i>Mizar</i> (ζ Uma)	12 ^J 34 ^m 36,46 ^d	+61°00'33,4"
7.	<i>Alkaid</i> (η Uma)	12 ^J 58 ^m 36,16 ^d	+55°07'19,4"
8.	<i>Uma</i>	11 ^J 19 ^m 48,73 ^d	+61°51'20,3"
9.	<i>Pleiades</i>	02 ^J 34 ^m 26,78 ^d	+20°34'12,7"

dengan menyatakan waktu ketika matahari berada di titik musim semi (*vernal equinox*) pada tanggal 21 Maret. Hasil yang diperoleh adalah hari atau 73 hari setelah tanggal 21 Maret, yaitu pada tanggal 2 Juni 800 Masehi. Sehingga, rasi bintang *Ursa Mayor* akan berada di meridian langit pada tanggal 2 Juni 800 Masehi jam 18.30 waktu lokal seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.

Perhitungan yang sama dilakukan untuk gugus bintang Pleiades. Perhitungan tersebut memperoleh hasil hari atau 60 hari sebelum tanggal 21 Maret, yaitu pada tanggal 22 Januari 800 Masehi jam 18.30 waktu lokal seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.

Ketinggian (*altitude*) dari rasi bintang *Ursa Mayor* dan gugus bintang Pleiades dapat diperoleh menggunakan persamaan transformasi koordinat ekuatorial-horizontal (Smart 1977, 18), yaitu

$$\sin a = \sin \delta \sin \phi + \cos \delta \cos \phi \cos HA \quad (4)$$

dengan merupakan lintang pengamat di Candi Borobudur, yaitu LS. Perhitungan ini kemudian memperoleh data ketinggian rasi bintang *Ursa Mayor* dan gugus bintang Pleiades yang ditampilkan pada Tabel 4 dengan keadaan kedua objek yang sama, yaitu pada saat objek berada di meridian langit sehingga $HA_{objek} = 0^\circ$.

Berdasarkan Gambar 3 dan 4 serta data pada Tabel 4, diketahui bahwa posisi gugus bintang Pleiades lebih tinggi atau daripada rasi bintang *Ursa Mayor*, sehingga, masyarakat kuno di sekitar Candi Borobudur lebih mudah untuk melihat dan mengamati gugus bintang Pleiades dibandingkan rasi bintang *Ursa Mayor*. Gugus bintang Pleiades juga dikenal dengan istilah Kartika (*Krittika*) dalam kebudayaan Nusantara dan Malaysia. Kemunculan gugus bintang tersebut di ufuk timur sekitar fajar memberikan isyarat kepada petani untuk menghentikan masa tanam karena musim kemarau telah tiba, sedangkan kemunculannya di saat matahari telah terbenam memberikan pertanda bahwa musim penghujan telah tiba (Fatini 2019, 37).

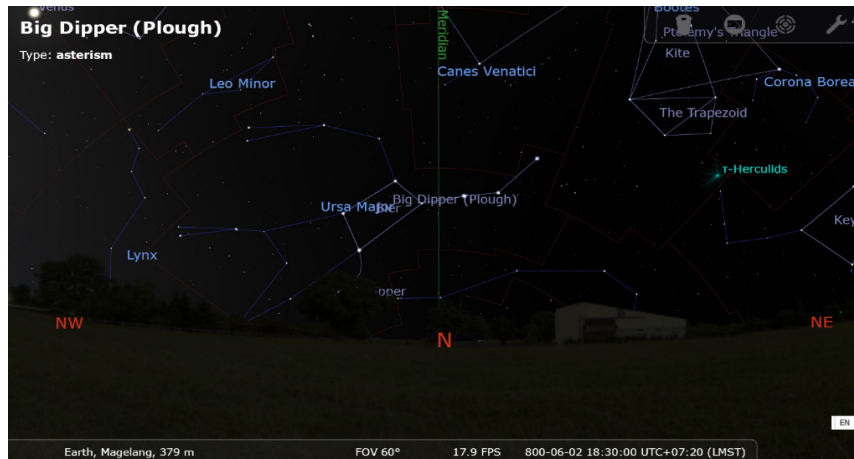
Relief Candi Borobudur yang diinterpretasikan sebagai gugus bintang Pleiades

memiliki makna penting bagi kehidupan masyarakat kala itu. Gugus bintang Pleiades atau dikenal juga dengan istilah Kartika (*Krittika*) di beberapa kebudayaan memiliki makna penting sebagai penanda musim, salah satunya dalam kebudayaan Jawa kuno. Kebudayaan Jawa kuno menyebut penanda musim sebagai *pranata mangsa* yang digunakan sebagai suatu sistem pedoman dalam melakukan suatu pekerjaan, terutama terkait dengan pertanian (Wisnubroto 1995, 18).

Pranata mangsa atau kalender Jawa merupakan bentuk pemahaman religius masyarakat Jawa kuno yang berasal dari suatu siklus alamiah untuk menentukan sistem musim. Kalender Jawa menggunakan beberapa siklus bintang, di antaranya bintang Rigel, Bellatrix, dan Saiph. Hal tersebut berbeda dengan tempat lain yang biasanya menggunakan acuan bintang Alnitak, Alnilam, dan Mintaka dalam rasi bintang Orion (Ruggles 2005, 16). Siklus bintang itu membantu masyarakat Jawa kuno dalam mengatur siklus waktu pertanian.

Musim pertama *pranata mangsa*, yaitu Mangsa Kasa, ditandai sebagai Kartika atau Waluku yang pada waktu ini terlihat terbit di ufuk timur sebelum fajar sekitar titik balik matahari pada bulan Juni. Kemunculannya tersebut memberikan isyarat kepada petani bahwa musim kemarau telah tiba. Tiga bulan kemudian, kemunculan *Kartika* sesudah matahari terbenam merupakan isyarat bahwa musim penghujan telah tiba (Fatini 2019, 34). Musim hujan mengindikasikan bahwa waktu penanaman padi akan dimulai.

Jika diperhatikan dengan seksama, dapat dilihat juga bahwa relief tujuh bulatan digambarkan secara berdekatan dan mengumpul. Hal tersebut menunjukkan kemiripan pola dengan gugus bintang Pleiades yang juga terlihat seperti berdekatan dan mengumpul. Pola berdekatan ini berbeda dengan pola pada rasi bintang *Ursa Mayor* yang tampak memiliki pola berjauhan dan tersebar. Perbandingan pola gugus bintang Pleiades dengan rasi bintang *Ursa Mayor* terhadap relief Candi Borobudur dapat dilihat pada Tabel 5.



Gambar 3. Posisi rasi bintang Ursa Mayor tahun 800 M jam 18.30 waktu lokal.
 (Sumber: Stellarium, 2021)



Gambar 4. Posisi gugus bintang Pleiades (bertanda kotak) tahun 800 M jam 18.30 waktu lokal.
 (Sumber: Stellarium, 2021)





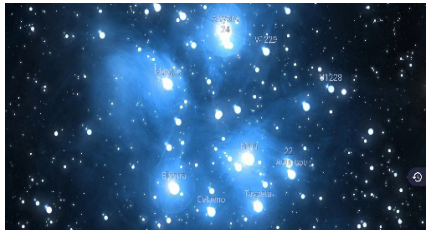


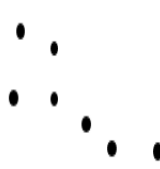
Tabel 4. Data ketinggian altitude (a) rasi bintang Ursa Mayor dan gugus bintang Pleiades tahun 800 Masehi.
 (Sumber: Stellarium, 2021)

No	Objek	Altitude
1.	Dubhe (α Uma)	+14°18'05,7"
2.	Merak (β Uma)	+19°41'00,8"
3.	Pechda (γ Uma)	+22°10'22,9"
4.	Megrez (δ Uma)	+18°15'01,1"
5.	Alioth (ϵ Uma)	+20°05'36,0"
6.	Mizar (ζ Uma)	+21°22'57,8"
7.	Alkaid (η Uma)	+27°16'11,8"
8.	UMa	+20°32'10,9"
9.	Pleiades	+61°49'18,5"

Analisis terhadap relief Candi Borobudur pada penelitian ini tentunya belum cukup kuat untuk menjelaskan makna kontekstual penggambaran relief benda langit berupa bulan, bintang, dan matahari dengan adegan kehidupan masyarakat kuno. Hal ini disebabkan karena penggambaran relief ini apakah didasarkan pada kehidupan masyarakat kuno Borobudur yang diduga memiliki relasi dengan gugus bintang Pleiades atau hanya sebatas penggambaran benda langit pada relief Candi Borobudur. Namun, adanya penggambaran objek benda langit pada relief Candi Borobudur tersebut, cukup memberikan informasi bahwa masyarakat kuno Borobudur memiliki relasi dengan ilmu astronomi. Penelitian mengenai makna kontekstual penggambaran benda langit pada relief Candi Borobudur belum pernah dilakukan dan dapat dijadikan penelitian lanjutan.

Berdasarkan hal di atas, gugus bintang Pleiades dimanfaatkan oleh masyarakat kuno Candi Borobudur untuk menentukan waktu penanaman padi yang tepat karena kemunculannya bertepatan pada waktu musim tanam utama. Hal tersebut juga didukung dengan perannya yang serupa di berbagai kebudayaan di dunia sehingga dapat diyakini bahwa masyarakat kuno memiliki pandangan dan pemahaman mengenai ilmu astronomi, khususnya yang berkaitan dengan penentuan musim. Relief Candi Borobudur yang berkaitan dengan objek dan peristiwa astronomis menunjukkan makna sebenarnya terkait fungsi sosialnya sebagai penanda suatu sistem musim atau *pranata mangsa* dan makna filosofisnya terkait dengan makna religius dari cerita yang digambarkan dan mitologi dari gugus bintang Pleiades dari berbagai kebudayaan.

Tabel 5. Perbandingan pola kedekatan relief Candi Borobudur, gugus bintang Pleiades, dan Ursa Mayor. (Sumber: Kharisma Nabila, 2021)

No	Dokumentasi	Pola Kedekatan	Keterangan
1.			Relief Candi Borobudur yang menggambarkan tujuh bulatan yang diduga interpretasi dari gugus bintang Pleiades
2.			Gugus bintang Pleiades yang dilihat berdampingan dengan bulan sabit pada tahun 800 Masehi.
3.			Bintang terbesar pada gugus bintang Pleiades yang dilihat secara dekat pada tahun 800 Masehi melalui aplikasi Stellarium.
4.			Rasi bintang Ursa Mayor pada tahun 800 Masehi yang dilihat secara dekat melalui aplikasi Stellarium.

3.3 Stupa Candi Borobudur Ditinjau secara Arkeoastronomi

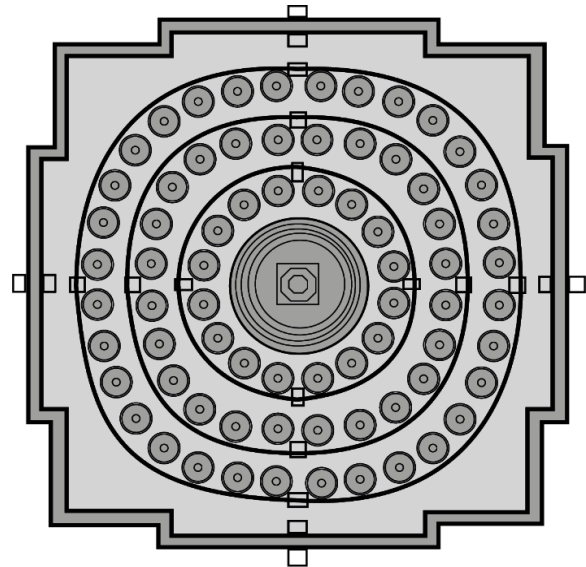
Candi Borobudur merupakan candi dengan nilai seni yang mewakili kejeniusan lokal dan kreativitas masyarakat Jawa kuno pada masa Hindu-Buddha. Nilai seni dan aspek astronomis Candi Borobudur juga dapat dilihat pada *stupa*-nya. *Stupa* merupakan bangunan berbentuk lonceng yang berfungsi untuk menyimpan relik atau kitab suci Buddha. Mayoritas *stupa* berasal dari periode ekspansi Raja Ashoka (268–239 SM) yang pada saat itu digunakan untuk menyimpan relik, seperti emas yang dihiasi dengan gambar-gambar Buddha atau dewa-dewa Hindu dan berisi abu dari orang yang dihormati atau abu dari benda yang pernah disentuh olehnya.

Stupa merupakan objek arkeologi yang seringkali digunakan dalam penelitian. Salah satu hasil penelitiannya ialah *stupa* memiliki relasi dengan ilmu astronomi. Hal ini didasarkan dengan adanya dugaan pembuatan *stupa* mengikuti aturan kosmologi budaya Buddhisme yang direlasikan dengan pengetahuan astronomi.

Dalam penelitian ini, relasi *stupa* dengan aspek astronomi didapatkan dari hasil perhitungan selisih waktu pada saat matahari berada di titik musim semi (*vernal equinox*) dengan rasi bintang Ursa Mayor saat berada pada titik tertinggi di Meridian. Selisih waktu tersebut menghasilkan hari yang dimulai sejak 21 Maret tahun 800 Masehi (saat posisi matahari berada di *vernal equinox*) dan berakhir pada tanggal 2 Juni tahun 800 Masehi (saat posisi rasi bintang Ursa Mayor berada pada titik tertinggi di meridian langit, sesudah matahari terbenam). Jumlah selisih hari yang didapatkan berjumlah 73 hari ini memiliki relasi dengan jumlah *stupa* Candi Borobudur dengan mengikutsertakan *stupa* induk yang hasilnya sama dengan 73 *stupa*.

Berdasarkan hal tersebut, *stupa* Candi Borobudur diduga memiliki relasi dengan rasi bintang Ursa Mayor. Hal ini memperkuat dugaan bahwa fungsi *stupa* keseluruhan yang ada pada Candi Borobudur digunakan sebagai penanda waktu harian sekaligus memberikan hipotesa baru, yaitu apakah masyarakat kuno Borobudur memahami peran serta rasi bintang Ursa Mayor dan gugus bintang Pleiades dalam

waktu yang bersamaan? Hasil kajian pada *stupa* ini juga memperkuat dugaan bahwa masyarakat kuno Candi Borobudur menggunakan objek-objek astronomi sebagai penanda waktu baik digambarkan pada relief candi maupun dibentuk dalam *stupa* candi.



Gambar 5. Struktur dan jumlah 73 *stupa* pada Candi Borobudur.
(Sumber: Pratama, 2022)

Dalam penelitian sebelumnya jumlah *stupa* pada Candi Borobudur juga memiliki kaitan dengan jumlah hari dari titik puncak matahari di bulan Oktober hingga titik balik matahari Desember yang berjumlah 72 hari. (Sparavigna 2017a, 2). Kajian peneliti lainnya mengenai fungsi *stupa* Candi Borobudur yang dilakukan oleh Simatupang mengemukakan bahwa *stupa* Candi Borobudur digunakan sebagai *gnomon* atau jam matahari. Penentuan *gnomon* didasarkan pada bayangan *stupa* yang dihasilkan oleh matahari. *Stupa* yang dijadikan *gnomon* adalah *stupa* induk Candi Borobudur (Simatupang, Hariawang, and Sungging 2011, 49).

Bayangan *stupa* induk pada Candi Borobudur memiliki pola bayangan yang relatif terhadap posisi *stupa* kecil. Bayangan *stupa* induk yang jatuh pada *stupa* kecil dapat digunakan sebagai penanda waktu di Borobudur. *Stupa* induk memiliki fungsi sebagai pemberi bayangan utama terhadap 72 *stupa* kecil lainnya. Bayangan tersebut diduga dapat dijadikan sebuah pedoman dalam permulaan suatu musim atau dijadikan

sebagai penentu *pranata mangsa* (Simatupang, Hariawang, and Sungging 2011, 50). Selain itu, relasi jumlah 72 *stupa* Candi Borobudur juga merepresentasikan makna filosofis terkait dengan fungsi simbolis atau fungsi religiusnya. Hal tersebut berkaitan dengan *Vilāsavajra* sebagai lingkaran kedua *Mahāvairocana* yang terkait dengan 72 Dharma yang terkondisi atau *samskrta Dharma* (Dokras 2021, 51).

Hasil penelitian ini dapat memperkuat dugaan bahwa tidak hanya *stupa* candi yang digunakan sebagai penanda waktu harian, tetapi juga relief Candi Borobudur dapat memberikan penanda waktu musim tanam dan panen serta sebagai penanda waktu siang dan malam dalam cerita menurut Fontain dan Anandajoti. Namun, hasil penelitian ini masih belum cukup untuk memberikan makna kontekstual relief tujuh bulatan yang ada pada dinding candi dengan kaitannya terhadap objek astronomis. Pemahaman mengenai pandangan masyarakat kuno Candi Borobudur terhadap makna penggambaran objek astronomi juga perlu dikritisi lebih lanjut melalui berbagai data arkeologi lain, seperti prasasti, teks kuno, dan lain-lain.

Makna kontekstual perlu dikaji lebih lanjut untuk mendapatkan jawaban dari pertanyaan apakah masyarakat kuno Borobudur benar-benar menggunakan objek astronomis tersebut dalam kegiatan sehari-hari atau hanya menggambarkan objek-objek astronomis pada relief candi. Tidak hanya itu, masih diperlukan kajian mendalam mengenai beberapa hipotesis, yaitu apakah gugus bintang Pleiades memang digunakan sebagai penanda hari-hari besar umat Buddha pada masa itu dan bagaimana hubungan antara ketiga benda langit, yaitu bulan sabit, Pleiades, dan matahari dalam kebudayaan Buddha. Hipotesis ini didasari dengan pemahaman karena pada rentang waktu tertentu dalam satu bulan, pasti akan terjadi fenomena ketika ketiga benda langit tersebut akan memberikan pola yang sama seperti relief. Hal ini dapat dikaji melalui perhitungan astronomis yang lebih mendalam mengenai kemunculan ketiga benda langit tersebut dengan hari-hari besar Buddha pada rentang tahun 750M hingga 850M atau hingga saat ini.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis pada penelitian ini, didapatkan tiga relasi antara relief dan *stupa* Candi Borobudur dengan aspek arkeoastronomi. Pertama, relasi relief candi dengan nomor relief IVB-66 dengan objek astronomi berupa tujuh buah bulatan pada relief diinterpretasikan sebagai gugus bintang Pleiades. Interpretasi tersebut didapatkan berdasarkan hasil perhitungan secara astronomis dan perbandingan data arkeologi mengenai peran antara gugus bintang Pleiades dan rasi bintang Ursa Mayor dalam kehidupan masyarakat Jawa Kuno. Peran gugus bintang Pleiades dalam masyarakat Jawa Kuno sudah digunakan sebagai penanda pergantian musim pertanian. Masyarakat Jawa Kuno menyebut gugus bintang Pleiades sebagai *Kkartika*. Makna *Kkartika* berasal dari kebudayaan India yang digunakan sebagai penanda penanggalan dalam kalender Hindu. Selain itu, relasi relief dengan penggambaran objek astronomi juga diceritakan dalam naskah cerita menurut Anandajoti.

Relief Candi Borobudur nomor IVB-66 pada *fourth gallery* menceritakan tentang Samantabhadra dan Sudhana yang sedang melihat bahwa di atas awan terdapat bulan, bintang dan matahari. Hal ini diperkuat dengan posisi relief yang berada di sisi utara sesuai dengan orientasi dari gugus bintang Pleiades yang dapat terlihat di wilayah utara. Kedua, relasi *stupa* pada Candi Borobudur dengan aspek astronomi yang didasarkan pada jumlah 73 *stupa* yang berkaitan dengan selisih hari ketika matahari berada pada titik balik matahari pada musim semi dengan posisi rasi bintang Ursa Mayor pada saat berada di titik tertinggi di meridian langit. Ketiga, masyarakat kuno Candi Borobudur menganggap relief dan *stupa* tersebut memiliki makna filosofis tersendiri dan makna sebenarnya sebagai penanda suatu sistem musim atau *pranata mangsa* dan penanda waktu harian.

Daftar Pustaka

- Anandajoti, Bikkhu. 2018. *Gandavyuha The Quest for Awakening I Pencarian Kecerahan*. Edited by Handaka Vijjananda. *Ehipas-sioko*. 2 Juli 201. Ehipassiko Foundation.

- Brown, Daniel. 2016. "An Introductory View on Archaeoastronomy." *Journal of Physics: Conference Series* 685 (1): 1.
- Dokras, Uday. 2020. *Celestial Mysteries of the Borobodur Temple*. Edited by Uday Dokras. 1st ed. Sweden and India: Indo Swedish Author's Collective.
- . 2021. *Buddhist Mandala of the Borobudur Stupa*. Indo Nordic Author's Collective.
- Dumarcay, Jacques. 2007. *Candi Sewu and Buddhist Architecture of Central Java*. Kepustakaan Populer Gramedia.
- Fatini, Nurul. 2019. "Kebudayaan Langit Pribumi Malayonesia." *Journal Akademi Sains Islam Malaysia (ASASI)* 26 (2): 26–70.
- Fontein, Jan. 2012. *Entering the Dharmadhatu a Study of the Gandavyuha*. Edited by Marijke. J Klokke. 1st ed. Nedherland: Brill.
- Got, Nicolaus. 2013. "Arkeologi Dan Filosofi Dalam Harmoni Candi Borobudur." *Jurnal Kepariwisata* 7 (3): 1–20.
- Johnson-Groh, Mara. 2013. "Stories of the Stars: The History and Folklore of Tibetan Ethnoastronomy." *Independent Study Project (ISP) Collection* 1: 5–19.
- Karttunen, Hannu, Pekka Kroger, Heikki Oja, Markku Poutanen, and Karl Johan Donner. 2017. *Fundamental Astronomy*. Edited by Karl Johan Karttunen, Hannu;Kroger, Pekka; Oja, Heikki; Poutanen, Markku; Donner. Springer. 6th ed. Berlin: Springer.
- Magli, Giulio. 2016. *Archaeoastronomy: Introduction to the Science of Stars and Stones*. Edited by Neil Ashby, William Brantley, Matthew Deady, Michael Fowler, Morten Hjorth-Jensen, Michael Inglis, Heinz Klose, and Helmy Sherif. 1st ed. Switzerland: Springer.
- . 2017. "Archaeoastronomy in the Khmer Heartland." *Journal Studies in Digital Heritage* 1 (1): 14.
- Nancy, T. 2007. "Avalokiteśvara in Javanese Context Gaṇḍavyūha, Kūṭāgāra, and Amoghapaśa." *The Journal of the Walters Art Museum* 65: 72.
- Puspitasari, D.E, H Setyawan, and W.D.P. Rini. 2010. *Kearsitekturan Candi Borobudur*. Edited by Totok Roesmanto. 3rd ed. Magelang: Balai Konservasi Borobudur.
- Ruggles, Clive. 2005. *Ancient Astronomy: An Encyclopedia of Cosmologies and Myth*. Edited by Clive Ruggles. 1st ed. California: ABC-CLIO.
- Simatupang, Ferry M, Irma I Hariawang, and Emanuel Sungging. 2011. "The Main Stupa of Borobudur as Gnomon and Its Relation With Pranotomongso Calendar System." In *The 11th Asian-Pacific Regional IAU Meeting 2011 NARIT Conference Series*, edited by and D. Ruffolo S. Komonjinda, Y. Y. Kovalev, 1:49–51.
- Sungkar, Syakieb Ahmad. 2021. "Hermeneutika Dan Perannya Dalam Ilmu Sosial-Budaya." *Jurnal Dekonstruksi* 1 (1): 5–11.
- Smart, W.M. 1977. *Text-Book on Spherical Astronomy*. Edited by R. M. Green. Cambridge University Press. 6th ed. New York: Cambridge University Press.
- Soekmono, R. 1977. *Candi Fungsi Dan Pengeritiannya*.
- Sparavigna, Amelia Carolina. 2017a. "A Short Note about the Zenithal Sun and the Sewu, Prambanan and Borobudur Temples in Java." *Journal Philica*, Open Access: 1–3.
- Sparavigna, Amelia Carolina. 2017b. "The Zenith Passage of the Sun and the Architectures of the Tropical Zone." *Journal Mechanics, Materials Science & Engineering*, Open Access: 2–11.
- . 2017c. "The Zenith Passage of the Sun at Candi Borobudur." *Journal Philica*.
- Suhartono, Yudi. 2017. *Borobudurpedia. Balai Konservasi Borobudur*.
- Tuyu, Andrew, and Rahadhian P Herwindo. 2021. "Relation of Typomorphology of Hindu and Buddhist Temples in the Ancient Mataram." *Jurnal RISA (Riset Arsitektur)* 5 (2): 104.
- Wisnubroto, S. 1995. "Pengenalan Waktu Tradisional Pranata Mangsa Menurut Jabaran Meteorologi Dan Pemanfaatannya." *Jurnal Agromet* XI (1&2): 15–20.
- Zombeck, M. V. 1990. *Handbook of Space Astronomy and Astrophysics*. Edited by M. V. Zombeck. Cambridge University Press. 2nd ed. New York.

