

Kajian Kesesuaian Ufuk bagi Tujuan Pembinaan Balai Cerap INSTUN

A Study of The Horizon Suitability for The Purpose of INSTUN Observatory

Sr. Siti Arifah Abdul Kader

Bahagian Ukur dan Pemetaan,
Institut Tanah dan Ukur Negara, 35950 Behrang Ulu, Perak

e-mel: siti.arifah@instun.gov.my

Abstrak

Balai cerap merupakan sebuah bangunan yang dibina dengan fungsi utamanya adalah sebagai pusat pencerapan objek-objek yang terdapat ruang angkasa seperti matahari, bulan, bintang, planet dan lain-lain objek samawi. Selain itu, balai cerap digunakan untuk cerapan hilal untuk menentukan perubahan bulan dalam kalender hijri dan penentuan tarikh bagi bulan Ramadhan, Syawal dan Zulhijjah. Justeru itu, adalah penting lokasi sebuah balai cerap yang dibina perlu mempunyai kesesuaian kenampakan ufuk sebelum penubuhannya bagi melancarkan aktiviti-aktiviti mencerap terutamanya bagi cerapan hilal. Oleh itu, Institut Tanah dan Ukur Negara (INSTUN) dalam usaha untuk membina sebuah balai cerap yang pertama di negeri Perak dengan kelengkapan infrastruktur mencerap yang moden juga sebagai pusat rujukan pengamal falak di Malaysia. Sehubungan dengan itu, sebelum pembinaan balai cerap ini, telah dilakukan sebuah kajian bagi melihat keadaan ufuk di tapak lokasi balai cerap INSTUN tersebut. Maka kajian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk mengenalpasti keadaan ufuk di tapak lokasi pembinaan balai cerap yang akan digunakan untuk menjalankan aktiviti berkaitan Falak dan Astronomi. Kaedah pengumpulan data yang dilakukan di lapangan ialah cerapan matahari, cerapan azimuth dan altitud, melihat keterbukaan langit, merekod nilai azimuth dan altitud objek di kawasan lokasi Balai Cerap. Bagi data cerapan matahari, ianya dibandingkan dengan data rukyah hitungan. Cerapan matahari dilakukan pada waktu pagi. Nilai azimuth cerapan matahari ialah $112^{\circ} 24' 36''$ dan altitud ialah $20^{\circ} 06' 29''$ manakala nilai azimuth data rukyah hitungan ialah $112^{\circ} 24' 12''$ dan altitud ialah $20^{\circ} 07' 13''$. Perbezaan antara data cerapan matahari matahari dan data rukyah hitungan ialah nilai azimuth $00^{\circ} 00' 24''$ dan nilai altitud ialah $00^{\circ} 00' 44''$. Oleh itu, keputusannya oleh pencerap ialah perbezaan ini tidak ketara dan boleh diterima. Disamping itu, semasa aktiviti melihat keterbukaan langit, ianya didapati keseluruhan ruang angkasa tidak mempunyai halangan pada ketinggian altitud $>30^{\circ}$. Ini menunjukkan bahawa lokasi tersebut bersesuaian untuk menjalankan aktiviti cerapan bintang dalam menentukan kedudukan latitud dan longitud (astronomical coordinate). Secara keseluruhannya, kedudukan tapak balai cerap ini adalah bersesuaian untuk menjalankan aktiviti falak dan astronomi disebabkan oleh tiada halangan ruang udara serta kedudukannya yang jauh dari gangguan cahaya.

Kata kunci : Falak, Astronomi, Kesesuaian Ufuk

Abstract

The observatory is a building built with main function which is as a centre for the observation of objects in space such as the sun, moon, stars, planets and other celestial objects. In addition, the observatory is used for the 'hilar' observation which is to determine the changes of the moon in the Hijri calendar and to decide the dates for the months of Ramadan, Syawal and Zulhijjah. Therefore, it is important that the location of an observatory that is built should have the suitability of the appearance of the horizon before its establishment to conduct observation activities, especially for 'hilar' observation. Thus, Institut Tanah dan Ukur Negara (INSTUN) is in progress to build the first observatory centre in the state of Perak with modern observing infrastructure equipment as well as reference centre for the person or groups involve with 'falak' at Malaysia. In relation to that, before the construction of this observatory, a study was conducted to view the condition of the horizon at the site of the INSTUN observatory. Therefore, this study was carried out with the aim to identify the condition of the horizon at the construction site of the observatory that will be used to carry out astronomy activities. The data collection at the construction site of the observatory is carried out such as solar observation, azimuth and altitude observation, looking at the openness of the sky, recording the azimuth and altitude values of objects at the area of observatory site. For solar observation data, it is compared with rukyah calculation data. Solar observations are done in the morning. The azimuth value of the sun observation is $112^{\circ}24'36''$ and the altitude is $20^{\circ}06'29''$ while the azimuth value of the calculated data is $112^{\circ}24'12''$ and the altitude is $20^{\circ}07'13''$. The difference between the solar observation data and the calculated rukyah data is that the azimuth value is $00^{\circ}00'24''$ and the altitude value is $00^{\circ}00'44''$. Therefore, the result by the observer is that this difference is insignificant and acceptable. In addition, during the activity of looking at the openness of the sky, it was found that the entire space has no obstacles at altitude $> 30^{\circ}$. This indicates that the location is suitable for conducting star observation activities in determining the position of latitude and longitude or it is called an astronomical coordinate. Overall, it was found that the location of the observatory site is suitable for conducting astronomy activities due to the lack of air space obstructions as well as its location away from light interference.

Keywords: 'Falak', Astronomy, Horizon Suitability

Pengenalan

Balai cerap merupakan sebuah bangunan yang dibina untuk memerhati atau mencerap objek-objek samawi di ruang angkasa. Secara umumnya, kewujudan sebuah bangunan balai cerap pada masa kini adalah diketahui umum kerana bidang astronomi dan falak mula mendapat perhatian masyarakat pada masa kini. Balai cerap ialah sebuah bangunan yang dilengkapi dengan peralatan tertentu untuk membolehkan ahli sains dan sebagainya membuat pemerhatian dan ramalan terhadap fenomena cuaca, kedudukan atau keadaan bintang. Menurut Nurul Izaty Liyana (2020), balai cerap pertama yang dibina ialah balai cerap Syammasiya dan Qasiyun yang merupakan sebahagian daripada perpustakaan iaitu ramai ahli sains dan ahli astronomi berkumpul untuk melakukan perbincangan ilmiah dan melaksanakan cerapan.

Di Malaysia, terdapat beberapa buah balai cerap yang dibina dengan matlamat dan tujuan yang sama iaitu untuk kemajuan aktiviti astronomi dan falak di Malaysia dari segi penyelidikan, pendidikan dan penentuan ibadah umat Islam. Balai cerap di Malaysia dibahagikan kepada beberapa kategori iaitu seperti balai cerap persendirian yang dibina oleh golongan amatur seperti Prof Dr. Mahomarawi bin Omar, balai cerap rasmi Persekutuan iaitu Planetarium Negara, Kuala Lumpur dan Langkawi National Observatory (LNO) Langkawi Kedah, balai cerap Institusi Pengajian Tinggi iaitu balai cerap Kolej Ugama Sultan Zainal Abidin (KUSZA), Terengganu dan Kompleks Balai Cerap Fizik Angkasa Universiti Malaya, Kuala Lumpur dan balai cerap Astrofiqh seperti Pusat Falak Syeikh Tahir, Pulau Pinang, Kompleks Falak Al-Khawarizmi (KFAK), Melaka, Balai Cerap Al-Biruni, Sabah, Balai Cerap Selangor dan Balai Cerap Teluk Kemang (BCTK), Negeri Sembilan (Sharifah Shazwani et al., 2016). Sebuah lagi balai cerap yang dibina di Institusi Latihan Awam iaitu di Institut Tanah dan Ukur Negara (INSTUN) yang terletak di Behrang, Perak yang diberi nama Balai Cerap Mini Jabal Falak. Balai cerap yang siap dibina pada tahun 2019 ini telah disenaraikan sebagai salah satu balai cerap di bawah Jawatankuasa Balai Cerap Kebangsaan Malaysia dalam Mesyuarat Jawatankuasa Balai Cerap Kebangsaan Malaysia yang telah berlangsung pada 5 Oktober 2015. Balai cerap ini telah menempatkan beberapa teleskop dan dijadikan tempat pembelajaran bagi kursus seperti kursus Falak Syarie, Astronomi dan Astrofotografi serta tempat untuk melakukan aktiviti astronomi di INSTUN.

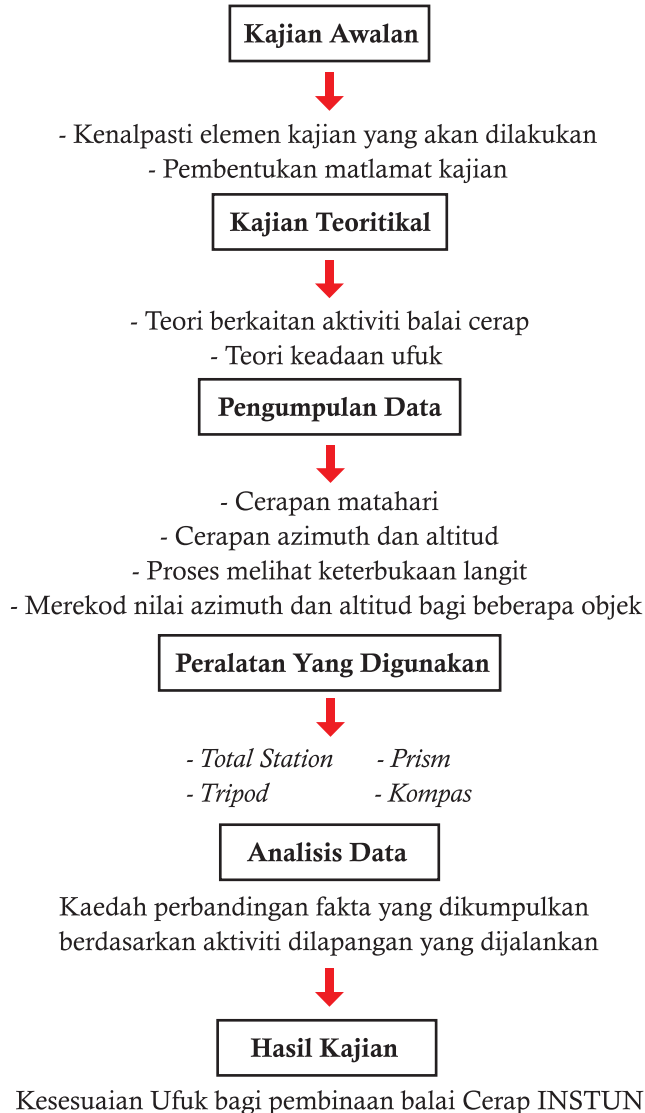
Walau bagaimanapun, Balai Cerap Mini Jabal Falak INSTUN yang berukuran 10 kaki x 15 kaki ini dilihat ruangan dalaman agak sempit dan hanya dapat memuatkan dua (2) hingga empat (4) orang pencerap sahaja dalam satu masa.

Keadaan ini menyebabkan peserta kursus kurang selesa dan sesi pembelajaran, agak terganggu dan menyebabkan hilang fokus. Justeru itu, menyedari perihal ini pada tahun 2017 pihak INSTUN, telah memulakan cadangan untuk menaik taraf Balai Cerap Mini Jabbal Falak kepada sebuah balai cerap yang berskala besar yang boleh memuatkan ramai orang dalam satu-satu masa. Di samping itu, balai cerap yang akan terbina kelak akan dijadikan sebagai pusat perkongsian maklumat berkaitan dengan ilmu astronomi dan falak iaitu pelbagai aktiviti boleh dilaksanakan di situ seperti aktiviti cerapan umum untuk orang ramai semasa peristiwa khas atau fenomena alam seperti gerhana bulan, gerhana matahari, cerapan hilal atau anak bulan, cerapan hujan meteor, komet, planet-planet dan lain-lain cerapan badan cakerawala. Secara tidak langsung, menjadikan INSTUN sebagai edu-tourism akan dapat direalisasikan.

Oleh yang demikian, pada tahun 2019 tapak untuk membina balai cerap ini telah dikenalpasti oleh pihak INSTUN dan telah diperakui oleh Jabatan Teknikal iaitu Jabatan Kerja Raya (JKR) Malaysia. Kerja-kerja penyiasatan tanah telah dilakukan dan kelulusan telah diperoleh untuk pembinaan balai cerap pada lokasi tapak yang dicadangkan iaitu di perkarangan kawasan INSTUN. Bagi melancarkan aktiviti berkaitan falak dan astronomi di lokasi balai cerap tersebut terutamanya cerapan hilal, satu kajian berkaitan kesesuaian ufuk telah dilakukan. Sehubungan dengan itu, kajian ini dijalankan dengan matlamat untuk mengenal pasti keadaan ufuk di tapak lokasi pembinaan balai cerap yang akan digunakan untuk menjalankan aktiviti berkaitan falak dan astronomi.

Metodologi

Dalam menjalankan kajian ini, penulis telah merangka suatu carta alir pelaksanaan gerak kerja kajian yang dilakukan. Rajah 1 memaparkan carta alir kajian dijalankan.



Rajah 1. Carta alir kajian

Kajian Awalan

Untuk menjalankan kajian ini, penulis telah membuat kajian awalan dalam mengenal pasti elemen kajian. Tinjauan tapak dijalankan di lokasi kajian secara awal bagi merancang pelaksanaan kaedah penentuan ufuk. Seterusnya, penulis telah menetapkan matlamat kajian iaitu untuk mengenal pasti keadaan ufuk di tapak lokasi pembinaan balai cerap yang akan digunakan untuk menjalankan aktiviti berkaitan falak dan astronomi. Oleh itu, di antara kaedah yang perlu dilakukan dalam menentukan kesesuaian ufuk di tapak lokasi balai cerap ialah cerapan matahari, cerapan azimuth dan altitud dan melihat keterbukaan langit. Setelah data daripada kaedah ini diperoleh, analisis berkaitan dapat dilakukan dan seterusnya mengetahui hasil kesesuaian ufuk.

Kajian Teoritik

Dalam kajian teoritik, penulis telah melakukan pembacaan melalui artikel, kertas-kertas seminar dan pembacaan melalui internet iaitu untuk mendapatkan informasi bagi penentuan kaedah yang sesuai bagi kajian kesesuaian ufuk. Teori pembinaan balai cerap pada zaman dahulu juga dijadikan asas dalam mengumpulkan maklumat berkaitan yang diperlukan dalam kajian ini. Di samping itu, penulis juga mempunyai pengalaman apabila melakukan lawatan ke balai cerap antaranya di Balai Cerap Telok Kemang (BCTK), Port Dickson, Negeri Sembilan. Menurut pegawai di BCTK, beliau menyatakan bahawa dalam pembinaan sebuah balai cerap amatlah perlu menitikberatkan hal berkaitan keadaan ufuk. Pentingnya ufuk adalah kerana untuk melihat matahari terbit dan terbenam atau bahagian timur dan barat dapat dilihat.

Pengumpulan Data

Pada kajian ini, data di tapak lokasi balai cerap dikumpulkan bagi mendapatkan hasil kesesuaian ufuk di kawasan tersebut. Di antara data yang perlu dikumpulkan adalah cerapan matahari, cerapan azimuth dan altitud, proses melihat keterbukaan langit, merekod nilai azimuth dan altitud objek di kawasan tapak dan data rukyah hitungan.

Bagi cerapan matahari, proses ini dilakukan dengan menggunakan alat ukur iaitu teodolit. Tujuannya adalah untuk mewujudkan titik rujukan yang mempunyai nilai azimuth. Bagi cerapan azimuth dan altitud, data nilai altitud matahari terendah di ufuk timur yang boleh diceraap ketika matahari terbit dan terbenam perlu diambil. Seterusnya adalah data proses keterbukaan langit. Data ini adalah perlu bagi memastikan ufuk utara, selatan, timur dan barat tidak mempunyai halangan di paras altitud melebihi 30°.

Data berikutnya yang perlu diambil adalah data nilai azimuth dan altitud objek-objek yang menghalang pandangan di ufuk timur dan barat. Data ini penting bagi mengenal pasti halangan yang terdapat pada ufuk terbit dan terbenam matahari dalam lingkungan azimuth. Dalam menentukan kedudukan ufuk, perbezaan antara data matahari yang dicerap berbanding data rukyah hitungan adalah perlu dijalankan bagi memastikan kesahihan atau ketepatan data rukyah yang dihitung.

Justeru, dalam menjalankan kajian kesesuaian ufuk, adalah amat penting data ini perlu disediakan dengan sebaiknya. Dengan ketersediaan data ini, maka proses analisis terhadap data-data ini akan dapat dijalankan. Tiada penggunaan perisian bagi memproses data yang diambil, namun penulis telah menggunakan kaedah konvensional iaitu data-data ini secara empirikal di lapangan.

Analisis Data

Data yang dikumpulkan di lapangan dianalisis dengan kaedah cerapan yang jelas bagi setiap aktiviti yang dijalankan. Data-data yang dianalisis oleh penulis adalah data cerapan matahari, data cerapan azimuth dan altitud, data keterbukaan langit, data nilai azimuth dan data perbezaan antara data cerapan matahari yang dicerap dan data rukyah hitungan.

Dapatan Kajian Dan Perbincangan

Pada kajian yang dijalankan ini, penulis telah menemui hasil bagi aktiviti yang dijalankan di tapak cadangan lokasi balai cerap bagi menentukan kesesuaian keadaan ufuk. Berikut adalah keputusan berdasarkan aktiviti yang dijalankan.

Melaksanakan Cerapan Matahari Di Atas Dua (2) Titik Rujukan

Tujuan melaksanakan cerapan matahari ialah untuk mewujudkan titik rujukan yang mempunyai nilai azimuth. Sebanyak 12 set bacaan cerapan matahari dilakukan. Nilai azimuth telah ditentukan berdasarkan kepada purata bacaan cerapan yang baik. Nilai azimuth yang diperoleh di atas dua (2) titik rujukan adalah $253^{\circ} 04'03''$ (Foto 1).



Foto 1: Proses mendirikan stesen rujukan untuk penentuan azimuth

Mencerap Azimuth dan Altitud Ketika Terbit dan Terbenam Matahari

Aktiviti mencerap azimuth dan altitud yang dilakukan ketika terbit dan terbenam matahari adalah bertujuan untuk mengetahui nilai altitud matahari terendah di ufuk timur yang boleh dicerap ketika matahari terbit dan terbenam. Hasil nilai altitud matahari terendah di ufuk timur ketika matahari terbit ialah didapati mempunyai halangan iaitu terlindung daripada pokok-pokok tinggi dan bukit iaitu Banjaran Titiwangsa. Kajian ini dijalankan pada tarikh 23 Januari 2019 sekitar jam 8.09 pagi. Hasil bacaan azimuth pada tarikh dan masa ini ialah $110^{\circ} 22' 53''$ manakala hasil bacaan altitud ialah $08^{\circ} 06' 23''$. Bacaan azimuth dan altitud ini diambil ketika kedudukan matahari paling awal yang dapat direkod. Ini adalah disebabkan halangan bukit di ufuk tersebut.

Hasil nilai altitud matahari terendah di ufuk timur ketika matahari terbenam ialah didapati keadaan ufuk barat lebih baik kerana mempunyai sedikit halangan pokok dan bukit yang rendah. Kajian ini dijalankan pada tarikh 23 Januari 2019 sekitar jam 19.13 malam. Hasil bacaan azimuth pada tarikh dan masa ini ialah $250^{\circ} 23' 22''$ manakala hasil bacaan altitud ialah $01^{\circ} 53' 50$. Bacaan azimuth dan altitud ini diambil kedudukan matahari paling akhir yang dapat direkod. Kedudukan matahari seterusnya tidak dapat dijejak disebabkan halangan pokok yang terdapat pada arah matahari terbenam tersebut. Sekiranya pokok tersebut ditebang dan dibersihkan, halangan ufuk yang berikutnya adalah bukit yang jauh di bahagian ufuk tersebut pada ketinggian altitud $0^{\circ} 50' 23''$.

Melihat Keterbukaan Langit Bersesuaian Dengan Aktiviti Cerapan Bintang

Aktiviti cerapan bintang merupakan salah satu aktiviti yang penting dan kebiasaannya pasti akan dilakukan di balai cerap. Justeru itu, bagi melancarkan aktiviti tersebut, penelitian terhadap keterbukaan langit dilakukan. Dalam pada itu, aktiviti ini dilakukan bagi memastikan ufuk utara, selatan, timur dan barat tidak mempunyai halangan di paras altitud melebihi 30° .

Hasil daripada aktiviti melihat keterbukaan langit didapati keseluruhan ruang angkasa tidak mempunyai halangan pada ketinggian altitud melebihi 30° . Oleh itu, ia menunjukkan bahawa lokasi tapak balai cerap ini bersesuaian untuk menjalankan aktiviti cerapan bintang dalam menentukan kedudukan latitud dan longitud (astronomical coordinate). Walau bagaimanapun, di bahagian ufuk selatan, terdapat gangguan cahaya yang agak ketara berpunca dari kawasan pembangunan Proton City yang terletak dalam lingkungan 5 kilometer dari tapak lokasi balai cerap INSTUN yang baru ini. Di samping itu, penulis juga telah menggunakan teleskop untuk mengesahkan dengan lebih tepat untuk aktiviti cerapan bintang.



Foto 2: Panoaroma ufuk timur



Foto 3: Panoaroma ufuk barat



Foto 4: Imej ufuk timur ketika matahari terbenam

Merekod Perbezaan antara Data Matahari Yang Dicerap Berbanding Data Rukyah Hitungan

Data cerapan matahari yang diambil di lokasi tapak balai cerap kemudiannya dibandingkan dengan data rukyah hitungan. Ini bagi memastikan kesahihan atau ketepatan data rukyah yang dihitung. Berikut adalah perbandingan nilai azimuth dan altitud bagi data cerapan matahari dan data rukyah hitungan yang diambil oleh penulis pada 23 Januari 2019 iaitu pada dua (2) waktu.

Jam 08:57 pagi

Cerapan matahari : Azimuth ($112^{\circ} 24'36''$), Altitud ($20^{\circ} 06'29''$)

Rukyah hitungan : Azimuth ($112^{\circ} 24'12''$), Altitud ($20^{\circ} 07'13''$)

Perbezaan : Azimuth ($00^{\circ} 00'24''$) , Altitud ($00^{\circ} 00'44''$)

Hasil perbezaan azimuth dan altitud pada bacaan data cerapan matahari dan rukyah hitungan pada jam 08.57 pagi adalah tidak ketara dan boleh diterima.

Jam 19.13 malam

Cerapan matahari : Azimuth ($250^{\circ} 23'22''$), Altitud ($1^{\circ} 53'50''$)

Rukyah hitungan : Azimuth ($250^{\circ} 22'19''$), Altitud ($02^{\circ} 01'45''$)

Perbezaan : Azimuth ($00^{\circ} 01'03''$) , Altitud ($00^{\circ} 07'55''$)

Hasil perbezaan azimuth dan altitud pada bacaan data cerapan matahari dan rukyah hitungan pada jam 19.13 malam adalah dilihat begitu ketara. Ini adalah kerana sebahagian permukaan matahari telah dilindungi pokok yang menyebabkan pencerap sukar mendapatkan kedudukan titik tengah matahari dengan tepat. Di samping itu, kedudukan matahari pada altitud rendah memberi kesan refraction yang tinggi menyebabkan perbezaan ketara antara data cerapan matahari dan data rukyah hitungan. Keputusan dan hasil kajian yang diperolehi akan dianalisis dengan menggunakan kaedah perbandingan fakta. Dalam kajian ini, dua (2) keadaan ufuk iaitu ufuk barat dan ufuk timur telah diperiksa bagi menentukan keadaan ufuk yang sesuai di lokasi tapak balai cerap INSTUN.

Berdasarkan hasil kajian, didapati keadaan ufuk timur mempunyai halangan yang agak tinggi, namun ia tidak menjadi masalah untuk menjalankan aktiviti astronomi dan falak di lokasi tersebut. Namun demikian, kajian kecerahan langit di ufuk timur dalam menentukan terbit fajar kazib dan fajar sadiq di lokasi tersebut adalah tidak bersesuaian disebabkan halangan ufuk tersebut. Fajar kazib merupakan bayangan cahaya yang muncul di ufuk timur dan memancar dari bawah mengarah ke atas di tengah-tengah langit (JAKIM, 2012).

Fajar sadiq pula merupakan cahaya yang muncul sesudah fajar kazib dan cahayanya putih serta menyerlah dan kelihatan mendatar mengikut garis lintang ufuk timur dan perlahan-lahan menyebar naik ke langit (JAKIM, 2012).

Keadaan ufuk barat pula didapati mempunyai sedikit halangan pada kadar altitud tertinggi iaitu 2° pada sudut tertentu antara $245^\circ \sim 289^\circ$. Akan tetapi, cerapan hilal masih boleh dilaksanakan di lokasi tersebut, namun tertakluk kepada kecerahan cuaca serta keadaan ufuk yang tidak berawan. Pada sudut tertentu, halangan ufuk oleh bukit hampir tiada. Keadaan ini kemungkinan boleh memberi peluang kepada keupayaan untuk merukyah hilal.

Kesimpulan

Sebagai kesimpulan dalam kajian yang dijalankan ini, berdasarkan kepada keadaan ufuk di timur dan barat, disimpullkan bahawa kedudukan tapak balai cerap tersebut adalah bersesuaian untuk menjalankan aktiviti astronomi disebabkan oleh tiada halangan ruang udara serta kedudukannya yang jauh dari gangguan cahaya. Walaupun terdapat sedikit gangguan cahaya di ufuk selatan, namun ia adalah pada kadar yang minimum dan masih memungkinkan untuk mencerap objek di langit seperti bintang dan planet serta objek samawi lain. Justeru itu, matlamat kajian ini iaitu untuk mengenal pasti keadaan ufuk di tapak lokasi pembinaan balai cerap adalah tercapai apabila keadaan ufuk di tapak lokasi balai cerap ini adalah bersesuaian untuk menjalankan aktiviti berkaitan falak dan astronomi.

Penghargaan

Ucapan penghargaan dan terima kasih kepada pihak INSTUN khususnya dan Bahagian Penyelidikan dan Pembangunan, INSTUN dalam memberi peluang menganjurkan pertandingan seumpama ini dalam mengasah bakat-bakat pegawai dan kakitangan INSTUN untuk menghasilkan sebuah penulisan ilmiah. Pada kesempatan ini juga, penulis ingin merakamkan terima kasih jua kepada Bahagian Ukur Geodetik (BUG), Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia (JUPEM) Ibu Pejabat, Kuala Lumpur dalam memberi bantuan teknikal semasa kajian dijalankan di lokasi tapak balai cerap. Tidak lupa juga penghargaan ini ditujukan kepada rakan-rakan yang banyak membantu penulis dengan berkongsi ilmu dan maklumat berkaitan kajian ini.

RUJUKAN

- Aizan Ali, Khadijah Ismail, & Mohammaddin Abdul Niri. (2015). Sejarah dan faktor perkembangan astronomi Islam di Malaysia: Satu penelitian. *Jurnal al-Tamaddun*, 10(1), 1-18.
- Jabatan Kemajuan Islam Malaysia (JAKIM). (2012). *Portal rasmi Jabatan Kemajuan Islam Malaysia*. Diperoleh daripada <http://www.islam.gov.my/en/berita-semasa/29-bahagian-penyelidikan/2178-muzakarah-falak-peringkat-kebangsaan-tahun-2019>
- Nurul Izaty Liyana. (2020). *Sejarah: Balai cerap*. Diperoleh daripada <https://bctkpd.com/2020/01/14/sejarah-balai-cerap/>
- Othman Lebar. (2015). *Penyelidikan kualitatif: Pengenalan kepada teori dan metod*. Tanjong Malim: Penerbit Universiti Pendidikan Sultan Idris.
- Sharifah Shazwani Syed Mohamed, Ibnor Azli Ibrahim, Mohd Hafiz Safiai, Mohd Ali Mohd Noor & Ros Maimunah Haji Yahya Zikri. (2016). Balai cerap Astrofiqh dan prospek pulangan ekonomi di Malaysia. Dalam *Prosiding Persidangan Antarabangsa Falak di Dunia Islam*. 181-183.