



Variasi Lokal Pelaksanaan Rukyatul Hilal Dalam Penentuan Awal Bulan Hijriyah (Tinjauan Parameter Meteorologi)

Abdulloh Hasan*¹, Ilham Paninggiti¹

Fakultas Syariah, UIN Prof. K.H. Saifuddin Zuhri Purwokerto
Jl. A. Yani No 40A Purwokerto

Abstract

This research aims to confirm the obstacles in implementing rukyatul hilal through Meteorological parameters carried out at the Teratai Purwokerto Observation Tower. Meteorological parameters refer to the conditions of air temperature, air pressure, air humidity, clouds, and rainfall. The parameters presented by Sultan, Klastner, and Mikhael mention the relationship between hilal visibility and Meteorological parameters. This research is a field research using a descriptive qualitative approach. Data mining was carried out by observing in the field to confirm the obstacles of rukyatul hilal in Meteorological parameters. The results of this research show that the contribution of Meteorological parameters can directly or indirectly hinder the implementation of rukyatul hilal with the benchmark of visibility (viewing distance). The meteorological parameters that contribute directly are clouds and rainfall. In addition to the condition of clouds on the observer's horizon, the type of derivative cloud in the form of fog contributes to reducing viewing distance. The indirect parameters are air temperature, air pressure, and air humidity. This confirms Sultan's parameters in terms of: (1) light scattering by the atmosphere; (2) brightness of the background of the twilight sky; (3) atmospheric extinction; and (4) the effect of aerosols. This refers to atmospheric conditions where various meteorological phenomena occur such as temperature, air pressure, air humidity, cloud changes, rainfall, and aerosol particles. The results of this research can be used as a basis for paying more attention to Meteorological factors in planning the implementation of rukyatul hilal in the future. Thus, it is expected that the implementation of rukyatul hilal can be carried out more effectively and accurately.

Keywords: local variation; rukyatul hilal; beginning Hijriyah month; Meteorological parameters; rukyatul hilal obstacles

Intisari

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kendala pelaksanaan rukyatul hilal melalui parameter Meteorologi yang dilakukan di Menara Pengamatan Teratai Purwokerto. Parameter meteorologi mengacu pada kondisi suhu udara, tekanan udara, kelembaban udara, awan, dan curah hujan. Parameter yang disampaikan oleh Sultan, Klastner, dan Mikhael menyebutkan hubungan visibilitas hilal dengan parameter Meteorologi. Penelitian ini merupakan penelitian lapangan dengan menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif. Penggalan data dilakukan dengan cara observasi di lapangan untuk memastikan hambatan rukyatul hilal dalam parameter Meteorologi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kontribusi parameter Meteorologi secara langsung maupun tidak langsung dapat menghambat pelaksanaan rukyatul hilal dengan tolok ukur visibilitas (jarak pandang). Parameter yang berkontribusi langsung adalah awan dan curah hujan. Selain kondisi awan di horizon pengamat, jenis awan turunan berupa kabut turut berkontribusi mengurangi jarak pandang. Parameter tidak langsungnya adalah suhu udara, tekanan udara, dan kelembaban udara. Hal ini mengkonfirmasi parameter Sultan dalam hal: (1) hamburan cahaya di atmosfer; (2) kecerahan latar langit senja; (3) kondisi atmosfer; dan (4) pengaruh aerosol. Yang dimaksud dengan kondisi atmosfer adalah terjadinya berbagai fenomena meteorologi seperti suhu, tekanan udara, kelembaban udara, perubahan awan, curah hujan, dan partikel aerosol. Hasil penelitian ini dapat dijadikan dasar untuk lebih memperhatikan faktor Meteorologi dalam perencanaan pelaksanaan rukyatul hilal pada masa yang akan datang. Dengan demikian, diharapkan pelaksanaan rukyatul hilal dapat terlaksana dengan lebih efektif dan akurat.

Kata Kunci: variasi lokal; rukyatul hilal; awal bulan Hijriyah; parameter Meteorologi; hambatan rukyatul hilal

*E-mail Korespondensi: abdullohhasan@uinsaizu.ac.id.

DOI: [10.24090/jpa.v25i1.2024.pp105-124](https://doi.org/10.24090/jpa.v25i1.2024.pp105-124)

Pendahuluan

Permasalahan rukyat memang tidak ada habisnya, mulai dari kajian terhadap objek pengamatan, penetapan kriteria ketinggian, pemilihan lokasi rukyat, kondisi pengamat dan peralatan yang digunakan. Terlebih dengan adanya tuntutan terhadap objektifitas hasil pelaksanaan rukyat, keberhasilan rukyat diharapkan dapat memberikan bukti citra yang dapat dipertanggungjawabkan. Kriteria ketinggian hilal sebagai objek rukyat, juga menjadi perdebatan tiada habisnya, hingga penetapan awal bulan Ramadan tahun 1444 H pada tahun 2022, Kementerian Agama menetapkan kriteria MABIMS menjadi kriteria baru imkanurrukyah di Indonesia, yaitu adanya syarat ketinggian hilal 3° dengan sudut elongasi $6,4^{\circ}$ (www.kemenag.go.id).

Adanya kriteria baru ini menjadi tuntutan dalam pelaksanaan rukyat yang berkualitas, yaitu rukyat yang disertai data-data yang ilmiah. Pelaksanaan rukyat mensyaratkan pemilihan lokasi rukyat yang ideal dan bebasnya hambatan yang alami maupun buatan. Hambatan alami berupa pegunungan, mendung, ataupun kepekatan polusi udara dan cahaya (Rahmadani & Hilal, 2020). Sedangkan hambatan buatan dapat berupa pemukiman, gedung maupun pabrik (Nurkhanif & Alamsyah, 2019). Dengan banyaknya hambatan ini, secara otomatis dalam penentuan lokasi rukyat perlu mendapatkan perhatian khusus, meskipun dengan canggihnya teknologi sekarang ini yang disertai dengan pengembangan instrumen peralatan rukyat, proses pelaksanaan rukyat tetap harus memperhatikan kondisi lingkungan di sekitar lokasi rukyat.

Sedangkan dalam menunjang pelaksanaan rukyat, kondisi geografis tempat, kondisi meteorologis dan klimatologis juga menjadi faktor penting dalam mendukung keberhasilan rukyat (Budiwati et al., 2022). Kondisi geografis akan berkaitan dengan letak dan posisi lokasi rukyat. Selain itu, ketinggian tempat, jarak dari pantai, lokasi di atas gedung atau di bukit juga menjadi bagian dari kondisi geografis lokasi rukyat. Faktor lain yang tidak bisa lepas dan terkait erat dengan keberhasilan rukyatul hilal, yaitu kondisi atmosfer yang dikaji melalui Meteorologi dan Klimatologi. Undang-undang Nomor 31 Tahun 2009 tentang Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika menyebutkan bahwa Meteorologi adalah gejala alam yang berkaitan dengan cuaca, sedangkan Klimatologi adalah gejala alam yang berkaitan dengan iklim dan kualitas udara. Meteorologi mempelajari proses fisis dan gejala cuaca yang terjadi di dalam

atmosfer terutama pada lapisan bawah sedangkan klimatologi mengkaji tentang nilai rerata, variasi distribusi unsur-unsur cuaca, dan hubungan statistik unsur-unsur cuaca tersebut (Winarno et al., 2019). Kondisi ini berbeda antara satu lokasi dengan lokasi lainnya, sehingga mengutip Sudibyo, menyebutnya dengan “Variasi Lokal” yang merujuk adanya perbedaan kondisi lokasi rukyatul hilal yang dipengaruhi kondisi geografis, meteorologis dan klimatologis yang berbeda-beda (Subhan, 2021).

Parameter meteorologi merujuk pada beberapa indikator, yaitu: a. Radiasi Matahari; b. Suhu udara; c. Tekanan udara; d. Angin; e. Kelembaban udara; f. Awan; g. Hujan; h. gelombang laut; i. Suhu permukaan air laut; dan j. Pasang surut air laut. Berkaitan dengan cuaca dalam rukyatul hilal parameter yang berkaitan langsung yaitu suhu udara, kelembaban udara, tekanan udara, awan dan hujan (Jenderal Bimbingan, 2010). Parameter ini berkorelasi dengan kondisi geografis tempat, terutama tempat yang tinggi. Tempat yang tinggi memang diunggulkan dengan perolehan kerendahan ufuk, akan tetapi beriringan juga dengan kendala kelembaban dan tekanan udara. Terlebih jika lokasi tersebut berada di daerah perkotaan, meskipun lokasi rukyat tersebut pada ketinggian diatas rata-rata, pertimbangan kualitas udara dari polusi juga perlu mendapat pertimbangan (Ulum, 2019).

Seperti lokasi rukyat pada Menara Pandang Teratai Purwokerto yang diresmikan pada tanggal 27 April 2022, dan dipergunakan pada pelaksanaan rukyatul hilal awal Ramadhan 1443 H (www.kemenag.go.id). Menara Pandang Teratai Purwokerto dibangun dengan tinggi 117 m, memiliki 4 (empat) lantai dengan kapasitas 50-70 orang per lantai. Terletak pada $-7^{\circ}25'53''$ LS dan $109^{\circ}13'57''$ BT, tinggi lokasi 70 mdpl dan tinggi menara 117 m dari lantai dasar menara, serta berada di kaki Gunung Selamet (www.earthgoogle.com). Dari sudut pandang meteorologis, semakin tinggi geografis tempat maka akan berpengaruh terhadap tingkat kelembaban udara, suhu dan tekanan udara. Selain itu, dalam pelaksanaan rukyat, hambatan pada parameter meteorologi tidak semuanya berdampak secara langsung namun memiliki keterkaitan antara satu dengan lainnya. Kondisi-kondisi inilah yang menjadi pembeda antara satu lokasi dengan lokasi lainnya yang menurut penulis disebut variasi lokal. Oleh karena itu, dalam kajian ini bermaksud untuk mengkaji hambatan dalam tinjauan parameter

meteorologi pada pelaksanaan rukyatul hilal yang dilaksanakan di lokasi Menara Pandang Teratai Purwokerto yang mendapat rekomendasi sebagai lokasi rukyat.

Metode

Jenis penelitian ini merupakan penelitian lapangan (*field research*) dengan paradigma kualitatif dengan menempatkan peneliti sebagai subjek penelitian utama dalam mengkaji parameter meteorologi. Sumber data diperoleh dengan menggunakan data-data BMKG dan aplikasi Weasea untuk mengumpulkan data suhu udara, kelembaban udara, tekanan udara, awan dan curah hujan. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi dengan melakukan pengamatan langsung di lapangan setiap tanggal 29 bulan Hijriyah mulai dari bulan 29 Rajab s.d 29 Dzulkaidah 1444 H di lokasi Menara Pandang Teratai Purwokerto. Analisis data dilakukan dengan triangulasi yaitu melalui reduksi data tentang suhu udara, tekanan udara, kelembaban udara, awan dan curah hujan setiap bulan sebelum dan sesudah Matahari terbenam. Penyajian data dilakukan dengan menginput data pada tabel pengamatan saat rukyatul hilal dan memilih data yang sudah memenuhi kriteria tinggi hilal 3^0 dan sudut elongasi $6,4^0$. Data yang diperoleh dilakukan analisis dan verifikasi dengan hasil observasi terhadap suhu udara, tekanan udara, kelembaban udara, awan dan curah hujan dengan konsep dan teori yang sudah dibangun sebelumnya untuk dapat diambil kesimpulan.

Variasi Lokal Pelaksanaan Rukyatul Hilal dalam Penentuan Awal Bulan Hijriyah

1. Rukyatul Hilal Penentuan Awal Bulan Hijriyah

Rukyatul hilal merupakan proses pengamatan bulan baru pada tanggal 29 bulan Hijriyah dengan ketentuan, jika pada sore hari tanggal 29 bulan terlihat pasca Matahari terbenam, maka keesokan harinya ditetapkan sebagai tanggal satu Hirjiyah. Namun jika hilal tidak nampak, maka bulan Hijriyah digenapkan menjadi 30 hari. Hal ini sebagaimana redaksi tekstual hadis yang berarti, "*berpuasalah kamu (sekalian) jika melihat hilal, dan berbukalah ketika melihatnya, jika terhalang mendung bagimu, maka sempurnakanlah bilangannya menjadi 30 hari.*" Konsekuensi dari rukyatul hilal dalam makna tekstual hadis menunjukkan bahwa pelaksanaan rukyat, tidak semudah yang

dibayangkan, akan tetapi selalu ada penghalang, terutama “mendung” sebagaimana dalam hadist.

Dalam konteks ilmu falak, mendung biasa disebut dengan “*ghumma*” yang dimaknai tidak hanya sekedar mendung, akan tetapi bergeser kepada segala hal yang memberikan pengaruh terhadap kenampakan hilal saat rukyat. Ketika disebut “mendung”, maka dapat dimaknai gejala yang terjadi di atmosfer Bumi, atau pun faktor yang ditetapkan sebagai penghalang alami maupun buatan (Machzummy, 2019). Di atmosfer Bumi banyak sekali gejala yang menimbulkan fenomena-fenomena atmosferik yang tidak hanya memunculkan efek yang kurang menguntungkan dalam proses pengamatan (Jamaludin, 2018). Tujuan utama proses rukyatul hilal adalah terlihatnya hilal, namun jika penghalang alami maupun buatan yang menjadi penghambat kenampakan hilal, maka dalam term “penghalang” dapat dipahami sebagai perwujudan dari *ghumma* itu sendiri (Rahmadani & Hilal, 2020).

Hasil pengamatan pada pelaksanaan rukyatul hilal di Purwokerto disajikan pada tabel berikut:

Tabel 1. Suhu Udara

Tanggal	Parameter Meteorologi			Data Rukyat			
	Suhu Udara			MT	TH	EL	FI
	17.00 WIB	17.30 WIB	18.00 WIB				
20 Februari 2023	31 ⁰	31 ⁰	28 ⁰	18:05 WIB	2 ⁰ 37'4"	4 ⁰ 14'51"	0,14
22 Maret 2023	30 ⁰	30 ⁰	28 ⁰	17:53 WIB	7 ⁰ 44'55"	9 ⁰ 5'10"	0,63
20 April 2023	30 ⁰	30 ⁰	27 ⁰	17:39 WIB	1 ⁰ 35'18"	2 ⁰ 36'14"	0,05
20 Mei 2023	30 ⁰	30 ⁰	28 ⁰	17:32 WIB	-5 ⁰ 0'54"	4 ⁰ 13'21"	0,14
18 Juni 2023	29 ⁰	29 ⁰	27 ⁰	17:34 WIB	0 ⁰ 49'4"	4 ⁰ 49'39"	0,18

Tabel 2. Tekanan Udara

Tanggal	Parameter Meteorologi			Data Rukyat			
	Tekanan Udara			MT	TH	EL	FI
	17.00 WIB	17.30 WIB	18.00 WIB				
20 Februari 2023	1007 mbar	1007 mbar	1007 mbar	18:05 WIB	2 ⁰ 37'4"	4 ⁰ 14'51"	0,14
22 Maret 2023	1007 mbar	1007 mbar	1007 mbar	17:53 WIB	7 ⁰ 44'55"	9 ⁰ 5'10"	0,63
20 April 2023	1008mbar	1008mbar	1008mbar	17:39 WIB	1 ⁰ 35'18"	2 ⁰ 36'14"	0,05

20 Mei 2023	1015mbar	1015mbar	1012mbar	17:32 WIB	-5 ⁰ 0'54"	4 ⁰ 13'21"	0,14
18 Juni 2023	1010 mbar	1010 mbar	1010 mbar	17:34 WIB	0 ⁰ 49'4"	4 ⁰ 49'39"	0,18

Tabel 3. Kelembaban Udara

Tanggal	Parameter Meteorologi			Data Rukyat			
	Kelembaban Udara			MT	TH	EL	FI
	17.00 WIB	17.30 WIB	18.00 WIB				
20 Februari 2023	98%	98%	100%	18:05 WIB	2 ⁰ 37'4"	4 ⁰ 14'51"	0,14
22 Maret 2023	88%	88%	91%	17:53 WIB	7 ⁰ 44'55"	9 ⁰ 5'10"	0,63
20 April 2023	85%	85%	89%	17:39 WIB	1 ⁰ 35'18"	2 ⁰ 36'14"	0,05
20 Mei 2023	97%	97%	98%	17:32 WIB	-5 ⁰ 0'54"	4 ⁰ 13'21"	0,14
18 Juni 2023	87%	87%	90%	17:34 WIB	0 ⁰ 49'4"	4 ⁰ 49'39"	0,18

Tabel 4. Awan

Tanggal	Parameter Meteorologi			Data Rukyat			
	Awan			MT	TH	EL	FI
	17.00 WIB	17.30 WIB	18.00 WIB				
20 Februari 2023	87%	87%	93%	18:05 WIB	2 ⁰ 37'4"	4 ⁰ 14'51"	0,14
22 Maret 2023	97%	97%	97%	17:53 WIB	7 ⁰ 44'55"	9 ⁰ 5'10"	0,63
20 April 2023	86%	86%	85%	17:39 WIB	1 ⁰ 35'18"	2 ⁰ 36'14"	0,05
20 Mei 2023	77%	78%	84%	17:32 WIB	-5 ⁰ 0'54"	4 ⁰ 13'21"	0,14
18 Juni 2023	71%	71%	76%	17:34 WIB	0 ⁰ 49'4"	4 ⁰ 49'39"	0,18

Tabel 5. Hujan

Tanggal	Parameter Meteorologi			Kondisi Cuaca	Data Rukyat			
	Curah Hujan				MT	TH	EL	FI
	17.00 WIB	17.30 WIB	18.00 WIB					
20 Februari 2023	45%	45%	52%	Hujan Ringan	18:05 WIB	2 ⁰ 37'4"	4 ⁰ 14'51"	0,14
22 Maret 2023	41%	41%	39%	Hujan Ringan/ Berawan Tidak Hujan	17:53 WIB	7 ⁰ 44'55"	9 ⁰ 5'10"	0,63
20 April 2023	89%	89%	67%	Mendung , Hujan Ringan	17:39 WIB	1 ⁰ 35'18"	2 ⁰ 36'14"	0,05

20 Mei 2023	38%	38%	39%	Berawan, Tidak hujan	17:32 WIB	-5 ⁰ 0'54"	4 ⁰ 13'21 "	0,14
18 Juni 2023	66%	66%	72%	Berawan, tidak hujan	17:34 WIB	0 ⁰ 49'4"	4 ⁰ 49'39 "	0,18

Perolehan data parameter Meteorologi menunjukkan bahwa terdapat keterkaitan antara satu unsur dengan unsur lainnya. Suhu udara menjelang Matahari terbenam mengalami penurunan secara cepat maupun lambat. Penurunan suhu udara pada pengamatan yang telah dilakukan berkisar pada 2⁰ -3⁰. Penurunan suhu terjadi karena radiasi Matahari saat siang hari sudah berkurang. Penurunan suhu tertinggi terjadi pada pengamatan tanggal 20 Februari dan 20 April 2023 sebesar 3⁰. Data tekanan udara bervariasi pada saat pengamatan dan tidak terpengaruh karena ada perubahan suhu udara. Untuk kelembaban udara, data yang digunakan berupa nilai kelembaban relatif yang dihitung menurut kadar persentase kandungan air dalam udara. Semakin tinggi nilai kandungan air, maka semakin tinggi nilai persentasenya. Kelembaban udara di lokasi pengamatan tergolong tinggi terutama pada pengamatan tanggal 20 Februari yang mencapai 100%. Kondisi di lapangan menunjukkan mendung yang cukup tebal namun tidak terjadi hujan. Nilai kelembaban terkonfirmasi mengalami peningkatan pasca Matahari terbenam. Hal ini menunjukkan bahwa suhu udara dan kelembaban udara (kelembaban relatif) dipengaruhi oleh intensitas radiasi Matahari langsung pada lokasi pengamatan.

Kondisi perawanan diperoleh dalam nilai persentase tertutupnya langit oleh awan yang menunjukkan semakin tinggi nilai persentase, maka tutupan awan terhadap langit semakin besar. Tingkat perawanan tertinggi terjadi pada tanggal 22 Maret 2023/ 29 Sya'ban 1444 H. Nilai tingkat persentase awan mencapai 97% yang menunjukkan bahwa seluruh wilayah lokasi pengamatan tertutup awan. Data curah hujan disajikan dalam persentase yang menunjukkan peluang terjadinya hujan. Semakin besar nilai persentase, maka semakin tinggi peluang hujan terjadi. Namun nilai peluang hujan ini terjadi pada pengamatan tanggal 22 Maret 2023 meskipun peluang hujan yang ditampilkan data terhitung kecil, namun menjelang Matahari terbenam terjadi hujan dengan intensitas tinggi dalam durasi 30-40 menit. Menurut hemat penulis, kondisi ini secara umum memang berpotensi tidak terjadi hujan, namun terkadang kondisi

variasi lokal yang berpengaruh terhadap curah hujan meskipun hanya dalam durasi singkat.

Dari proses rukyatul hilal yang telah dilaksanakan di Menara Pandang Teratai Purwokerto diperoleh bahwa dalam 5 kali pengamatan, persyaratan hilal yang memenuhi kriteria MABIMS yaitu kondisi hilal di atas ufuk dengan ketinggian $> 3^{\circ}$ dan sudut elongasi $6,4^{\circ}$ hanya terpenuhi pada pengamatan tanggal 29 Sya'ban 1444 H/ 22 Maret 2023. Kondisi hilal sudah berada di atas ufuk dengan tinggi hilal sebesar $7^{\circ}44'55''$ dan sudut elongasi $9^{\circ}5'10''$. Matahari terbenam pada pukul 17.53 WIB, data terdekat adalah pukul 18.00 WIB. Jika diinterpolasi untuk seluruh data pada saat Matahari terbenam adalah sebagai berikut:

Tabel 6. Interpolasi Parameter Meteorologi

SU	TU	KR	Aw	CH
$28^{\circ}14'0''$	1007 mbar	90,3%	97%	48,46%

Berdasarkan data tersebut, suhu udara mengalami penurunan setelah Matahari terbenam, sedangkan nilai kelembaban udara mengalami peningkatan. Untuk curah hujan, meskipun nilai pembentukan awan mencapai 97% namun hanya terjadi hujan ringan. Secara teori berarti tidak terjadi proses kondensasi pada inti uap air –baca: awan-, meskipun banyak terjadi pembentukan awan. Nilai kualitas udara tergolong baik. Dalam kajian klimatologi, kualitas udara menunjukkan tingkat kandungan partikel yang berasal dari gas emisi kendaraan bermotor, asap pabrik, maupun debu yang terbawa udara. Partikel-partikel ini bersatu dengan udara membentuk kandungan udara yang disebut aerosol. Aerosol memiliki peran dalam meningkatkan laju kondensasi pada awan.

Nilai tekanan udara untuk lokasi pengamatan termasuk masih di kisaran rata-rata yang menunjukkan tingkat tekanan udara di permukaan Bumi pada jarak < 5 km. Adanya penurunan suhu udara, memiliki korelasi dengan tekanan udara. Saat suhu udara mengalami peningkatan, laju tekanan udara juga mengalami peningkatan. Menurut hukum Boyle, pada suhu tetap, tekanan udara berkurang akibat naiknya massa udara yang menyebabkan udara akan mengembang sehingga volumenya

bertambah (Steele et al., 2018). Perubahan suhu udara berkorelasi terhadap tekanan udara sehingga kondisi lingkungan sekitar rukyat, menjadi cenderung dingin.

Hal itu terjadi jika atmosfer dalam kondisi cerah, namun berbeda ketika kondisi atmosfer berawan pada suhu yang tetap, maka laju tekanan udara cenderung berkurang meskipun kecil. Tekanan udara mengendalikan suhu, kelembaban udara dan laju angin. Perbedaan ketinggian (altitude) dan lintang tempat (latitude) menjadi faktor tingkat perbedaan tekanan udara (Rohli & Vega, 2018). Tingkat ketinggian awan yang menunjukkan volume dan massa udara yang dikandungnya, berbeda untuk lokasi pengamatan dan titik fokus pengamatan pada azimuth bulan yaitu $273^{\circ}48'28''$. Garis bidang ufuk tidak begitu jelas yang menunjukkan ketinggian bidang ufuk yang terlihat samar karena awan.

Awan yang tidak mengalami kondensasi karena terpengaruh adanya uap air, inti-inti kondensasi dan proses kondensasi sebagaimana kajian Ruslandi (Ruslandi & Putri, 2022) menunjukkan bahwa akan mengalami persebaran dengan ketebalan yang berbeda. Dari konsep dan teori tersebut, dalam proses pengamatan terjadi hujan ringan menjelang Matahari terbenam, kondisi awan masih memenuhi 97% dari wilayah Purwokerto dan sekitarnya. Suhu udara mengalami penurunan, tingkat kelembaban mengalami kenaikan sedangkan tekanan udara cenderung tetap pada data yang diperoleh. Hal ini dimungkinkan karena adanya hujan ringan mengurangi nilai massa udara sehingga nilai tekanan udara yang seharusnya turun, cenderung tetap.

2. Variasi Lokal Pelaksanaan Rukyatul Hilal dalam Tinjauan Parameter Meteorologi

Keseluruhan data yang diperoleh dari hasil pengamatan, hanya pengamatan untuk nilai ketinggian hilal $> 3^{\circ}$ pada tanggal 22 Maret 2023 yang memenuhi syarat rukyat. Namun dalam kaitan parameter meteorologi dan klimatologi, meskipun nilai tinggi hilal $< 3^{\circ}$, dimasukkan ke dalam data pengamatan karena fokus yang diambil lebih kepada pengaruh gejala atmosfer yang secara langsung maupun tidak langsung mempengaruhi proses pengamatan (Munir, 2019). Parameter meteorologi yang berkaitan langsung dengan keberhasilan rukyat adalah kondisi awan dan curah hujan. Berkaitan langsung diartikan sebagai pengaruh terhadap visibilitas hilal, dapat diamati dan dilihat oleh mata. Awan dan curah hujan dapat diamati dan dilihat secara langsung

dengan mata meskipun tanpa menggunakan alat, sehingga dua hal ini dikategorikan sebagai penghambat langsung dalam pelaksanaan rukyatul hilal. Hal ini senada dengan laporan dalam pelaksanaan rukyatul hilal yang diharuskan mencantumkan aspek penghambat/ penghalang berupa kondisi ufuk, kondisi cuaca yang menyebutkan kondisi awan dan hujan. Parameter inilah yang penulis sebut sebagai variasi lokal, dimana sebuah kondisi dalam pelaksanaan rukyatul hilal yang dapat menghambat proses rukyah sehingga hilal tidak nampak dan berbeda antara lokasi suatu tempat dengan tempat lainnya. Faktor variasi lokal ini banyak terpengaruhi oleh parameter Meteorologi.

Dalam konteks "*ghumma*" dalam hadis, penghalang kenampakan hilal haruslah sesuatu yang nampak secara fisik yang dapat diindera oleh mata. Tolok ukur kenampakan hilal menggunakan term "terlihat" atau "*visible*" yang menunjukkan secara fisis hilal harus nampak oleh mata. Hal ini berlaku juga pada "*ghumma*" sebagai penghalang/ penghambat penglihatan secara fisis berkontribusi dalam meredam, menyamarkan maupun menghalangi kenampakan hilal. Dalam konteks pelaksanaan penelitian ini, secara fisis parameter Meteorologi yang menjadi acuan adalah kondisi awan dan hujan. Kedua parameter ini mampu untuk diamati dan terlihat dengan kasat mata.

a. Kondisi Awan

Awan sebagai salah satu parameter dalam rukyatul hilal merupakan faktor yang menghambat keberhasilan proses rukyatul hilal. Awan yang merupakan kumpulan uap air, memiliki wujud yang nampak secara fisik dan memiliki ketebalan yang bervariasi, baik secara vertikal maupun horizontal (Syuhada et al., 2023). Selain itu, jenis awan dapat diidentifikasi dari bentuknya. Bentuk awan dengan karakteristiknya juga mencerminkan potensi hujan di suatu daerah di permukaan bumi. Awan yang dapat berpotensi hujan yaitu jenis awan cumulus dan stratus. Hal ini disebabkan jenis awan ini memiliki perwujudan yang nampak oleh mata sangat jelas. Radiasi Matahari dapat teredam dan terpantulkan kembali ke langit sehingga tidak bisa menembus ke permukaan Bumi.

Tabel 7. Kondisi Awan Pada Saat Pengamatan

Tanggal	Parameter Meteorologi			Data Rukyat			
	Aw			MT	TH	EL	FI
	17.00 WIB	17.30 WIB	18.00 WIB				
20 Februari 2023	87%	87%	93%	18:05	2 ⁰ 37'4"	4 ⁰ 14'51"	0,14
22 Maret 2023	97%	97%	97%	17:53	7 ⁰ 44'55"	9 ⁰ 5'10"	0,63
20 April 2023	86%	86%	85%	17:39	1 ⁰ 35'18"	2 ⁰ 36'14"	0,05
20 Mei 2023	77%	78%	84%	17:32	-5 ⁰ 0'54"	4 ⁰ 13'21"	0,14
18 Juni 2023	71%	71%	76%	17:34	0 ⁰ 49'4"	4 ⁰ 49'39"	0,18

Kondisi awan yang menjadi penghambat dalam pelaksanaan rukyat, menurut hasil pengamatan peneliti dapat ditinjau dari dua sudut pandang. Pertama, kondisi awan pada wilayah atau lokasi pengamatan. Kondisi ini merujuk pada kondisi awan di suatu wilayah tertentu. Data yang dapat dijadikan rujukan adalah data satelit, seperti MTSAT-1R, BMKG ataupun alat pengukur cuaca. Jenis awan dari bentuk nya dapat diidentifikasi menurut perwujudannya, seperti hasil pengamatan pada tanggal 20 Februari 2023, diperoleh bentukan awan yang berwarna kelabu dan menutupi 87% wilayah Purwokerto.

Jenis awan yang sama untuk wilayah pengamatan dengan nilai 71%-92% menunjukkan jenis awan stratus dengan variasinya. Ketika berpotensi hujan seperti pengamatan pada tanggal 22 Maret dan 20 April 2023, terjadi hujan ringan pada tingkat pembentukan awan untuk Purwokerto dan sekitarnya sebesar 97% dan 86% satu jam sebelum dan sesudah pengamatan.

Tabel 8. Kondisi Awan Saat Matahari Terbenam

Tanggal	20/2/2023	22/3/2023	20/4/2023	20/5/2023	18/6/2023
MT	18:08	17:53	17:39	17:32	17:34
Aw	93%	97%	86%	78%	71%

Kondisi awan setelah terbenam Matahari pada tingkat > 80⁰, namun jika tidak terjadi proses kondensasi dibawah ketinggian < 5 km dari permukaan, dapat

berbentuk gumpalan awan altostratus rendah, maupun berbentuk kabut (*fog*). Kabut tipis merupakan bentuk lain dari awan yang menyentuh permukaan tanah (Hastuti & Basithussyarop, 2022). Kondisi yang sering terjadi pembentukan kabut ini lebih tinggi pada daerah pegunungan dan dataran tinggi. Meskipun lokasi rukyat, Menara Pandang Teratai Purwokerto tidak berada di puncak gunung atau pegunungan, namun pada arah pandang azimut 270° - 300° banyak terjadi penurunan ketinggian awan hingga menyentuh dan menutupi puncak pegunungan.

Pengaruh dari kabut yang termasuk turunan awan atau jenis awan rendah stratus yang tidak terkondensasi ini dapat mengurangi tingkat jarak pandang manusia. Secara normal pembentukan kabut terdiri dari dua cara, yaitu melalui pendinginan udara dan menguapkan atau mencampurkan uap air ke udara. Jenis kabut karena pendinginan, yaitu kabut radiasi, kabut adveksi dan kabut lereng, sedangkan kabut penguapan, yaitu kabut uap dan kabut frontal. Kabut menjadi gangguan dalam pandangan pada lalu lintas udara dan darat (Ahrens, 2012). Termasuk dalam pengamatan hilal pasca terbenamnya Matahari, kabut juga menjadi gangguan dalam pengamatan. Tingkat visibilitas –baca: jarak pandang– akibat kabut mengurangi visibilitas tergantung pada tingkat kebasahan kabut itu sendiri yang dapat menurunkan jarak pandang menjadi 8-11 km (Rizki et al., 2018). Terlebih pada bulan Oktober-Juni terjadi pergerakan angin Muson Barat di Indonesia, yang berarti pada saat pengamatan pada tanggal 20 Februari, 22 Maret dan 20 April 2023, tingkat pembentukan kabut di wilayah Purwokerto dan sekitarnya mengalami peningkatan, khususnya di wilayah barat Purwokerto yang didominasi pegunungan.

Berdasarkan alat yang digunakan, jarak pandang yang ditempuh untuk mengamati hilal sebagai objek pengamatan, jarak pandang hanya < 8 km, yang berarti menurunkan jarak pandang dari titik visibilitas kategori “baik”. Namun jika < 8 km, kondisi jarak pandang tergolong buruk. Kondisi ini terjadi pada tanggal 20 Februari dan 20 April 2023, dimana tingkat pembentukan awan >80% namun tidak terjadi hujan. Pada arah pandang rentang dari titik Barat-Utara, penurunan ketinggian awan yang menjadi kabut dominan terjadi. Arah pandang pengamat ke ufuk mar’i menjadi samar dan tidak jelas. Menurut hemat penulis, kabut perlu menjadi perhatian karena mengurangi tingkat jarak pandang. Pada jarak pandang yang baik, ufuk mar’i pada

lokasi rukyat harusnya nampak jelas batas antara langit dan bumi, namun karena adanya kabut ufuk mar'i menjadi samar dan tidak jelas terlebih jika dibandingkan dengan cahaya hilal yang redup. Meskipun tidak menafikkan kemungkinan terlihatnya hilal dengan bantuan alat optik yang lebih mutakhir.

b. Hujan

Curah hujan berkontribusi dalam mengganggu proses rukatul hilal. Visibility atau Jarak Pandang adalah kemampuan melihat jarak horizontal terjauh dimana sebuah objek yang jelas dapat terlihat dengan mata telanjang dan diungkapkan dalam satuan jarak (Rizki et al., 2018). Hilal sebagai objek pengamatan, akan terkendala untuk terlihat disebabkan tingkat curah hujan. Curah hujan yang mempengaruhi jarak pandang sebagaimana kabut sesuai dengan tingkat intensitasnya. Intensitas hujan yang tinggi memperkecil nilai jarak pandang. Kerapatan butir-butir hujan dalam milimeter menunjukkan tingkat tingginya nilai hambatan dalam pengurangan jarak pandang saat pengamatan.

Tingkat intensitas hujan yang diamati oleh penulis dikategorikan dalam tabel berikut:

Tabel 9. Tingkat Hujan

Tingkat Hujan	Intensitas 1 Jam	Ciri Lingkungan
Hujan sangat ringan	< 1	Tanah sedikit basah
Hujan ringan	1-5	Tanah basah, tidak merekat
Hujan Normal	5-10	Suara hujan terdengar, tanah basah dan merekat
Hujan lebat	10-20	Air tergenang, suara hujan jelas
Hujan Sangat lebat	>20	Air hujan ditumpahkan dan saluran air meluap

Mengacu kepada tabel diatas, data curah hujan yang diperoleh pada saat pengamatan sebagai berikut:

Tanggal	Parameter Meteorologi			Kondisi Cuaca	Data Rukyat			
	Peluang Curah Hujan				MT	TH	EL	FI
	17.00	17.30	18.00					
20 Februari 2023	45%	45%	52%	Hujan Ringan	18:05	2 ^o 37'4"	4 ^o 14'51"	0,14
22 Maret 2023	41%	41%	39%	Hujan Ringan/ Berawan	17:53	7 ^o 44'55"	9 ^o 5'10"	0,63

				Tidak Hujan				
20 April 2023	89%	89%	67%	Mendung, Hujan Ringan	17:39	1 ⁰ 35'18"	2 ⁰ 36'14"	0,05
20 Mei 2023	38%	38%	39%	Berawan, Tidak hujan	17:32	-5 ⁰ 0'54"	4 ⁰ 13'21"	0,14
18 Juni 2023	66%	66%	72%	Berawan, tidak hujan	17:34	0 ⁰ 49'4"	4 ⁰ 49'39"	0,18

Kondisi cuaca menurut prediksi hujan yang ada, difokuskan pada tanggal 22 Maret 2023 dimana sudah memenuhi syarat imkanurrukyah yang ditetapkan Kementerian Agama dengan nilai tinggi hilal $>3^0$. Dari data tersebut, peluang hujan yang disajikan masih bersifat prediktif. Hasil pengamatan yang dilakukan dalam nilai prediktif hujan 39%, karena dianggap data yang mendekati waktu terbenam Matahari, terjadi hujan ringan yang mengharuskan tertundanya proses rukyatul hilal. Intensitas hujan lebat mulai pukul 17.32, namun hanya berlangsung 30-40 menit. Pasca terbenam Matahari pukul 17.53, masih terjadi hujan ringan, serta kondisi arah Barat tertutup mendung total, sehingga hilal tidak berhasil terlihat. Menurut hemat penulis, seperti halnya awan nilai peluang persentase curah hujan tidak dapat memastikan terjadinya hujan pada saat pengamatan, namun dapat memberikan rambu-rambu saat proses rukyatul hilal dilaksanakan. Hal ini dikarenakan terdapat faktor variasi lokal yang menyebabkan perbedaan kondisi cuaca antara daerah yang satu dengan yang lainnya, meskipun berdekatan.

Hasil penelitian ini mengkonfirmasi parameter visibilitas hilal Sultan (Sultan, 2007), faktor yang berpengaruh yaitu: (1) geometri Matahari, Bulan dan horizon; (2) lebar dan iluminasi cahaya hilal; (3) penyerapan cahaya Bulan oleh atmosfer; (4) penghamburan cahaya di atmosfer; (5) psikofisiologi pandang manusia. Faktor geometri Matahari, Bulan dan Horizon, lebar dan illuminasi cahaya hilal dan penyerapan cahaya Bulan oleh atmosfer dapat dikalkulasikan melalui rumus. Sedangkan untuk faktor penghamburan cahaya di atmosfer perlu dikaji sesuai lokal pengamatan.

Kastner (Kastner, 1976), juga menyebutkan bahwa pada faktor kontras langit senja dipengaruhi oleh: (1) kecerahan latar belakang langit saat senja; (2) Ekstensi

atmosfer; (3) luminasi bulan Sultan (Sultan, 2007), faktor yang berpengaruh yaitu: (1) geometri Matahari, Bulan dan horizon; (2) lebar dan iluminasi cahaya hilal; (3) penyerapan cahaya Bulan oleh atmosfer; (4) penghamburan cahaya di atmosfer; (5) psikofisiologi pandang manusia. Faktor geometri Matahari, Bulan dan Horizon, lebar dan illuminasi cahaya hilal dan penyerapan cahaya Bulan oleh atmosfer dapat dikalkulasikan melalui rumus. Sedangkan untuk faktor penghamburan cahaya di atmosfer perlu dikaji sesuai lokal pengamatan. Kastner (Kastner, 1976), juga menyebutkan bahwa pada faktor kontras langit senja dipengaruhi oleh: (1) kecerahan latar belakang langit saat senja; (2) Ekstinsi atmosfer; (3) luminasi langit malam; (4) kecerahan objek benda langit lainnya.

Sedangkan kajian Mikhail (Mikhail et al., 1995), menunjuk pada: (1) Efek lintang geografis tempat; (2) efek ketinggian tempat di atas permukaan laut; (3) Efek dari polusi aerosol; (4) efek musim. Berdasarkan faktor yang disampaikan oleh Sultan, Kastner dan Mikhail, yang berkaitan dengan parameter meteorologi dan klimatologi yaitu: (1) penghamburan cahaya oleh atmosfer; (2) kecerahan latar belakang langit senja; (3) ekstinsi atmosfer; dan (4) efek dari aerosol. Hal ini merujuk pada kondisi atmosfer dimana terjadi berbagai gejala meteorologi seperti temperatur, tekanan udara, kelembaban udara, gejala perubahan awan, curah hujan dan partikel aerosol.. Berdasarkan faktor yang disampaikan oleh Sultan, Kastner dan Mikhail, yang berkaitan dengan parameter meteorologi yaitu: (1) penghamburan cahaya oleh atmosfer; (2) kecerahan latar belakang langit senja; (3) ekstinsi atmosfer; dan (4) efek dari aerosol. Hal ini merujuk pada kondisi atmosfer dimana terjadi berbagai gejala meteorologi seperti temperatur, tekanan udara, kelembaban udara, gejala perubahan awan, curah hujan dan partikel aerosol.

a. Penghamburan cahaya oleh atmosfer

Penghamburan cahaya Matahari merupakan fenomena dimana cahaya yang berasal dari Matahari tersebar dan dipantulkan oleh partikel-partikel kecil di atmosfer. Partikel-partikel ini dapat berupa unsur gas, butiran air maupun partikel padat dalam ukuran mikroskopis. Penghamburan cahaya ini yang menyebabkan terjadinya cahaya langit senja sebelum dan setelah Matahari terbenam. Hamburan cahaya oleh atmosfer Bumi ini bervariasi terhadap nilai lintang tempat. Gejala meteorologi yang

berpengaruh terhadap hamburan cahaya yaitu suhu udara, partikel uap air, dan partikel padat. Banyak faktor yang mempengaruhi perubahan suhu udara yang berperan dalam proses kondensasi awan,(Slamet et al., 2016) jika suhu udara turun maka tingkat kondensasi akan meningkat sehingga awan yang terbentuk menjadi lebih tebal. Hamburan cahaya akan tersebar di puncak awan dan tidak sampai pada permukaan Bumi. Sedangkan partikel padat berfungsi dalam menjadi inti kondensasi awan, semakin sedikit jumlah partikel yang menjadi inti kondensasi awan, maka awan tidak menyebabkan hujan.

b. Kecerahan latar belakang langit senja.

Hal ini merujuk pada kondisi langit ufuk barat lokasi rukyat yang terbebas dari gangguan awan, asap maupun polusi udara. Nilai kecerahan latar belakang langit senja dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 10. Kecerlangan Langit

Nilai Kecerlangan Atmosfer	Kondisi Atmosfer
0,0 - 0,5	Berawan dan Mendung
0,5 - 0,7	Keruh
0,7 - 0,9	Biru Buram
0,9 - 1,1	Biru Sekali
> 1,3	Amat Biru Sekali

Sesuai dengan kajian Munir (Munir, 2019), nilai kecerahan atmosfer 0,0 sampai 0,7 dapat merubah kenampakan hilal menjadi negatif. Visibilitas hilal menjadi negatif jika ketinggian hilal di bawah 8° dengan mata telanjang, dan menurunkan nilai sebesar 2 (dalam nilai dan satuan visibilitas hilal Klastner) pada pengamatan dengan menggunakan teleskop. Nilai kecerahan hilal pada tabel sangat dipengaruhi oleh kondisi pembentukan awan dan mendung. Parameter meteorologi yang berkontribusi dalam hal ini yaitu gejala awan pada ufuk Barat. Perhitungan pada keawanan 0 menunjukkan langit cerah tanpa awan dan tingkat keawanan 100% menunjukkan langit tertutup awan total. Pengukuran tutupan awan ini bersifat subjektif dan bisa dilakukan oleh masing-masing pengamat .

c. Ekstingsi Atmosfer

Ekstingsi atmosfer merupakan peredupan cahaya benda langit akibat melintasi atmosfer Bumi. Semakin panjang lintasan bintang, maka semakin redup cahaya yang dihasilkan. Benda langit yang berada di horizon mengalami penyerapan cahaya lebih besar dari dibandingkan dengan benda langit yang berada di zenit. Dari hasil kajian (Putri et al., 2017) terhadap ekstingsi atmosfer, menunjukkan bahwa massa udara menjadi penyebab peredupan cahaya benda langit. Semakin besar nilai massa udara, maka makin redup kecerlangan bintang. Selain itu, juga dipengaruhi oleh keadaan cuaca dan lingkungan yang berawan, berkabut dan kondisi kandungan udara. Parameter meteorologi yang berkontribusi dalam ekstingsi atmosfer, yaitu massa udara (*airmass*) sebagai penyebab adanya tekanan udara. Massa udara merujuk pada kandungan berat yang dikandung oleh total udara yang memuat banyak molekul dan partikel halus.

d. Efek dari aerosol

Menurut Mikhail (Mikhail et al., 1995), sebagaimana dikutip Utama, salah satu faktor yang berpengaruh dalam pengamatan hilal adalah efek dari aerosol. Kandungan aerosol erat dengan kandungan kualitas udara yang biasanya disebut PM25. Kandungan aerosol di dalam atmosfer akan meningkatkan *Aerosol Optical Depth* (AOD) dan memperluas penutupan awan yang berakibat menurunnya radiasi net Matahari pada puncak awan sehingga terjadi pendinginan. Aerosol dalam bentuk karbon dan debu akan menambah tingkat kehangatan atmosfer, sehingga suhu udara naik. Efek ini diperkuat dengan penyerapan radiasi Matahari dari partikel-partikel aerosol terjadi di dalam tetes awan. Peningkatan temperatur ini akan mengurangi nilai kelembaban relatif dan memperkuat pemanasan sistem atmosfer Bumi. Dampak tidak langsung dari aerosol ini, berkontribusi terhadap jumlah awan yang bertindak sebagai inti kondensasi awan. Adanya aerosol yang tersuspensi ke dalam awan akan menyebabkan semakin banyaknya inti awan, sehingga albedo awan awan meningkat dan waktu hidup awan menjadi lebih lama dan memicu berkurangnya jumlah curah hujan (Steele et al., 2018).

Kondisi langit saat rukyatul hilal sangat dipengaruhi oleh kondisi atmosfer. Atmosfer merupakan tempat terjadinya gejala meteorologi yang berkontribusi dalam menghambat visibilitas pengamat. Kontribusi ini dapat bersifat langsung maupun

tidak langsung. Secara langsung, parameter meteorologi yang nampak diamati oleh mata yaitu awan dan curah hujan yang menghambat kenampakan hilal. Untuk parameter suhu udara, tekanan udara, kelembaban udara dan kualitas udara berkontribusi secara tidak langsung dalam membentuk lingkungan pengamatan yang baik.

Simpulan

Pengamatan terhadap parameter Meteorologi dan Klimatologi dalam pelaksanaan rukyatul hilal di Menara Pandang Teratai Purwokerto, diperoleh hasil bahwa pelaksanaan rukyat yang memenuhi kriteria yang ditetapkan oleh Kementerian Agama dengan nilai tinggi hilal $>3^{\circ}$ dan elongasi $>6,4^{\circ}$ terpenuhi untuk tanggal pengamatan 22 Maret 2023 dengan nilai tinggi hilal sudah berada di atas ufuk dengan tinggi hilal sebesar $7^{\circ}44'55''$ dan sudut elongasi $9^{\circ}5'10''$. Suhu udara 28° pascaterbenam Matahari pukul 17.53 WIB. Nilai tekanan udara 1007 mbar, kelembaban relatif 90,3%, tingkat pebentukan awan 97%, curah hujan 48,46% dan kualitas udara $48,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Parameter meteorologi dapat berkontribusi dalam menghambat proses rukyatul hilal secara langsung maupun tidak langsung. Kontribusi secara langsung dimaksudkan dengan tolok ukur visibilitas atau jarak pandang yang berhubungan dengan mata ke objek hilal. Parameter yang berkontribusi langsung yaitu awan dan curah hujan karena dapat dengan mudah diindra secara fisik. Sedangkan yang berkontribusi tidak langsung, yaitu suhu udara, tekanan udara dan kualitas udara. Berdasarkan faktor yang disampaikan oleh Sultan, Kastner dan Mikhail, parameter meteorologi yang berkontribusi memberikan nilai pada: (1) penghamburan cahaya oleh atmosfer; (2) kecerahan latar belakang langit senja; (3) ekstinsi atmosfer; dan (4) efek dari aerosol. Hal ini merujuk pada kondisi atmosfer dimana terjadi berbagai gejala meteorologi seperti temperatur, tekanan udara, kelembaban udara, gejala perubahan awan, curah hujan dan partikel aerosol. Penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan perlu upaya yang lebih mendalam untuk memperoleh hasil yang lebih baik. Keterbatasan alat pengukuran yang dipergunakan dan waktu yang relatif singkat, sehingga belum dapat menyajikan data yang lebih komprehensif. Perlu diupayakan penelitian lebih lanjut dengan melibatkan keterkaitan gejala atmosfer, jarak pandang,

kondisi geografis, dan peralatan rukyat yang memadai. Data yang diperoleh masih bersifat prediktif sehingga perlu melibatkan kondisi variasi lokal sehingga dapat dirumuskan karakteristik dari suatu lokasi rukyatul hilal.

Daftar Pustaka

- Budiwati, A., Indonesia, U. I., Hasan, S. A., Solekhan, A., & Indonesia, U. I. (2022). Optimalisasi Pos Observasi Bulan di Indonesia dan Malaysia sebagai Layanan Masyarakat Optimization of Moon Observation Post in Indonesia and Malaysia as Community Service Anisah Budiwati. *Jurnal Bimas Islam*, 15(1), 131–154. jurnalbimasislam.kemenag.go.id/index.php/jbi
- Hastuti, H., & Basithussyarop, M. (2022). PROBLEMATIKA ASTROFOTOGRAFI DALAM RUKYATUL HILAL. *El Falaky*, 6(1), 111–137. <https://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/elfalaky>
- Jamaludin, D. (2018). Penetapan Awal Bulan Kamariah dan Permasalahannya di Indonesia. *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam Dan Ilmu-Ilmu Berkaitan*, 4(2), 156–171. <https://doi.org/10.30596/jam.v4i2.2441>
- Kastner, S. O. (1976). Calculation Of The Twilight Visibility Function of Near-Sun Object. *The Journal Of The Royal Astronomical Society of Canada*, 70(4), 541.
- Machzumy. (2019). Pengaruh Curah hujan terhadap keberhasilan rukyat hilal pada Observatorium Lhoknga Aceh. *Samarah*, 3(1), 223–239. <https://doi.org/10.22373/sjhc.v3i1.5061>
- Mikhail, J. ., Asaad, A. ., Nawar, S., & Hassani, N. . (1995). Improveing The Crescent Visibility Limits Due To Factors Causing Decrease in The Sky Twilight Brightness. *Earth, Moon Dan Planets*, 70(70), 109–121. <https://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results>
- Nurkhanif, M., & Alamsyah. (2019). Implementasi Parameter Kelayakan Tempat Rukyat Al Hilal Di Pantai Alam Indah Tegal. *Al-Afaq*, 1(2), 117–138.
- Putri, A. N. I., Muztaba, R., Ramadhan, D. G., Putro, W. S., Birastrri, Wirid; Pratiwi, N., & Malasan, H. L. (2017). Pengukuran Parameter Ekstingsi Atmosfer fi Kawasan Pembangunan Observatorium Atronomi ITERA Lampung (OAIL), Tahura War, Gunung Betung, Lampung. *Seminar Nasional Sains Antariksa*, 53–58.
- Rahmadani, Y.-, & Hilal, F. H. (2020). Rukyatul Hilal: Kelayakan Tempat Observasi Pantai Barombong Kota Makassar. *Jurnal Hisabuna : Ilmu Falak*, 2(1), 18–29.
- Rizki, M., Hakim, K., & Fanani, A. (2018). *Deteksi Jarak Pandang Aman sebagai Acuan Untuk keselamatan Penerbangan dengan Menggunakan Metode Backpropagation*. 1(2), 94–99.
- Ruslandi, R., & Putri, H. T. (2022). Analisis Tingkat Keberhasilan Rukyat Hilal Di Observatorium Teungku Chiek Kuta Karang Lhoknga Aceh Besar. *Astroislamica: Journal of Islamic Astronomy*, 1(1), 97–122. <https://doi.org/10.47766/astroislamica.v1i1.690>
- Slamet, L., Komala, N., Juaeni, I., Joko Trilaksono, N., Mahmud, M., Suryantoro, A., &

- Cahyono, W. E. (2016). *Sains dan Teknologi Atmosfer Benua Maritim Indonesia* (I. Susanti (ed.); 1st ed.). CV. Media Akselerasi.
- Steele, J. M., Holton, J. R., Hakim, G. J., Harper, K. C., Septiadi, D., Endarwin, Kristianto, A., Winarso, P. A., Syafril, A., Zakir, A., Suyatim, Hariadi, Sutanto, A. T., Nuryadi, Stonehouse, B., Gutas, D., Lettinck, P., Inglis, M., Rohli, R. V, ... Warner, T. T. (2018). Climatology. In T. T. Marner (Ed.), *The Classical World* (1st ed., Vol. 3, Issue 1). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-46322-3>
- Subhan, M. (2021). *Pengaruh Polusi Cahaya terhadap visibilitas hilal dalam penentuan tempat rukyatul hilal*. UIN Walisongo.
- Sultan, A. . (2007). First visibility of The Lunar Crescent: Beyond Danjon's Limit. *The Observatory*, 1(127), 54–59. <https://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results>
- Syuhada, N., Lina, H., & Bemis Sado, A. (2023). Pemetaan Posisi Hilal Terhadap Gunung Agung Dalam Penentuan Awal Bulan Kamariah Di Lokasi Rukyat Pantai Loang Baloq Mataram. *AL - AFAQ: Jurnal Ilmu Falak Dan Astronomi*, 5(1), 81–89. <https://doi.org/10.20414/afaq.v5i1.7260>
- Ulum, M. (2019). Fatwa Ulama NU (Nahdlatul Ulama) dan Muhammadiyah Jawa Timur tentang Hisab Rukyat. *Jurnal Keislaman*, 1(2), 224–272.
- Ahrens, C. D. (2012). Essentials Of Meteorology An Invitation to The Atmosphere. In C. D. Ahrens (Ed.), *Cengage* (6th ed.). Cenrage Brain. <https://www.cengage.com>
- Jenderal Bimbingan, D. (2010). *ALMANAK HISAB RUKYAT*.
- Rohli, R. V, & Vega, A. J. (2018). *Climatology* (R. V Rohli & A. J. Vega (eds.); 4th ed.). Jones & Bartlett.
- Winarno, G. D., Harianto, S. P., & Santoso, R. (2019). Klimatologi Pertanian. In *Pusaka Media*.
- Putri, A. N. I., Muztaba, R., Ramadhan, D. G., Putro, W. S., Birastri, Wirid; Pratiwi, N., & Malasan, H. L. (2017). Pengukuran Parameter Ekstingsi Atmosfer fi Kawasan Pembangunan Observatorium Atronomi ITERA Lampung (OAIL), Tahura War, Gunung Betung, Lampung. *Seminar Nasional Sains Antariksa*, 53–58.
- <http://www.kemenag.go.id/>
- Munir, B. (2019). Faktor Atmosfer Dalam Visibilitas Hilal Menurut Badan Meteorologi Klimatologi. *Core.Ac.Uk*. <https://core.ac.uk/download/pdf/387165975.pdf>