

**STUDI PENGARUH CURAH HUJAN TERHADAP VISIBILITAS
HILAL BERDASARKAN MODEL KECERLANGAN KASTNER
DI PASURUAN TAHUN 2019-2021**

SKRIPSI

Oleh :

Zuni Faridatul Magfiroh

NIM. C96218034



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

Universitas Islam Negeri Sunan Ampel

Fakultas Syariah dan Hukum

Jurusan Hukum Perdata Islam

Progam Studi Ilmu Falak

Surabaya

2022

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Zuni Faridatul Magfiroh
NIM : C96218034
Fakultas/ Jurusan/ Prodi : Syariah dan Hukum/ Hukum Perdata Islam/
Ilmu Falak
Judul Skripsi : Studi Pengaruh Curah Hujan Terhadap
Visibilitas Hilal Berdasarkan Model Kecerlangan
Kastner di Pasuruan Tahun 2019-2021

Menyatakan bahwa skripsi ini secara keseluruhan adalah hasil penelitian/ karya saya sendiri, kecuali pada bagian-bagian yang dirujuk sumbernya.

Surabaya, 30 Juni 2022

Saya yang menyatakan



Handwritten signature of Zuni Faridatul Magfiroh.

Zuni Faridatul Magfiroh
NIM. C96218034

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi yang ditulis oleh Zuni Faridatul Magfiroh NIM C96218034 ini telah diperiksa dan disetujui untuk dimunaqosahkan

Surabaya, 30 Juni 2022

Pembimbing

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and vertical strokes, positioned above the printed name and NIP.

Adi Damanhuri, M.Si.
NIP.198611012019031010

PENGESAHAN

Skripsi yang ditulis oleh Zumi Faridatul Magfiroh NIM. C96218034 ini telah dipertahankan di depan sidang Munaqasah Skripsi Fakultas Syariah dan Hukum UIN sunan Ampel Surabaya pada hari Kamis, 14 Juli 2022 dan dapat diterima sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program sarjana strata satu dalam Ilmu Syariah.

Majelis Munaqasah Skripsi

Penguji I,



Adi Dumanhuri, M.Si.
NIP.198611012019031010

Penguji II,



Dr. H. Moh. Imron Rosvadi, S.Ag, MHI.
NIP.197704152006041002

Penguji III,



Nuzul Sanjaya, M.Si.
NIP.198411212018011002

Penguji IV,



Ibu Mandiyanto, S.Mn., S.H., M.H.
NIP.198703152020121009



Surabaya, 14 Juli 2022

Menegaskan,

Fakultas Syariah dan Hukum

UIN Sunan Ampel Negeri Sunan Ampel Surabaya



Dr. Hj. Saqiyah Mawafiqh, M.Ag.
NIP.196303271999032001



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN**

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpustakaan@uinsby.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang beranda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Zuni Faridatul Ma'rifah
NIM : C06213054
Fakultas/Jurusan : Sosial dan Human / Ilmu Politik
E-mail address : faridazuni@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Riset Non-Ekklusif, atas karya ilmiah:

Skripsi, Tesis, Disertasi, Lain-lain (.....)

yang berjudul:

Sosiologi Perubahan Budaya Terhadap Nilai-nilai Hibla Berdasarkan Kearifan Kasmer di

Paruruan Tahun 2019-2021

berada di bawah yang diserahkan (baik sah) Dengan Hak Bebas Riset Non-Ekklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengelola-media/informatika, menyalinnya dalam bentuk pengalihan data (database), mendistribusikannya, dan memamerkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara digital untuk kepentingan akademik, tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mempertahankan nama saya sebagai penulis/pencipta dan saya sebagai yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menandatangani surat pemberitahuan, melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, apabila bentuk tulisan tersebut yang timbul atas pelaksanaan Hak Cipta dalam karya ilmiah ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan kesadaran.

Surabaya, 10 Juli 2022

Benar

(Zuni Faridatul Ma'rifah)

ABSTRAK

Penulisan skripsi ini bertujuan untuk menjawab rumusan masalah yaitu, bagaimana visibilitas hilal sepanjang tahun dari Januari sampai Desember pada 2019-2021 di Pasuruan berdasarkan model kecerlangan Kastner, serta bagaimana pengaruh curah hujan terhadap visibilitas hilal di Pasuruan berdasarkan model kecerlangan Kastner.

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif komparatif. Sumber primer diperoleh dari perhitungan visibilitas hilal berdasarkan model kecerlangan Kastner, data pengamatan curah hujan harian dari BMKG di wilayah Pasuruan pada kurun waktu 2019-2021 dan pengolahan data SPSS. Sedangkan sumber data sekunder diperoleh dari buku-buku, jurnal ilmiah, *website*, artikel-artikel maupun laporan hasil penelitian lain yang terkait. Populasi dalam penelitian ini ada 37 bulan dari Januari sampai Desember dalam kurun waktu tahun 2019-2021. Adapun sampel yang digunakan adalah keseluruhan dari populasi yang ada. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan metode dokumentasi dan observasi. Sedangkan metode analisis data yang penulis gunakan adalah uji korelasi koefisien kontingensi atau *crosstabulation* menggunakan SPSS.

Hasil penelitian menyimpulkan bahwa visibilitas hilal di Pasuruan pada tahun 2019-2021 berdasarkan model kecerlangan Kastner adalah bervariasi. Dari 37 data, visibilitas hilal yang dapat terlihat dengan mata telanjang terdapat 10 data, sedangkan yang tidak terlihat ada 27 data. Faktor yang berpengaruh adalah *lag time* dan posisi hilal. Semakin panjang *lag time*, maka kemungkinan terlihatnya hilal dengan mata telanjang akan semakin besar. Visibilitas hilal terlihat juga didukung oleh posisi hilal yang telah memenuhi kriteria *Wujudul Hilal* serta memenuhi kriteria *Wujudul Hilal* dan MABIMS sekaligus. Hasil uji korelasi kontingensi menunjukkan bahwa nilai signifikansinya adalah 0.996, karena $0.996 > 0.05$, maka H_0 diterima. Artinya bahwa tidak ada pengaruh curah hujan terhadap visibilitas hilal berdasarkan model kecerlangan Kastner. Hal ini berarti bahwa intensitas curah hujan tidak selalu mendukung atau menghalangi visibilitas hilal dapat terlihat dengan mata telanjang.

Visibilitas hilal Kastner perlu dikonfirmasi dengan hasil rukyatul hilal, karena perhitungan ini hanya bersifat prediksi. Penelitian terkait curah hujan perlu dilakukan secara berkelanjutan agar menghasilkan basis data yang dapat digunakan untuk kepentingan ilmu pengetahuan dan ilmu terapan lainnya, termasuk kajian ilmu falak.

DAFTAR ISI

SAMPUL DALAM	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	iii
PENGESAHAN	iv
PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TRANSLITERASI	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah dan Batasan Masalah	8
C. Rumusan Masalah	9
D. Kajian Pustaka.....	9
E. Tujuan Penelitian	14
F. Kegunaan Hasil Penelitian.....	15
G. Definisi Operasional.....	15
H. Metode Penelitian	16
I. Sistematika Penulisan	20
BAB II VISIBILITAS HILAL DAN CURAH HUJAN.....	23
A. Visibilitas Hilal	23
1. Definisi dan Landasan Hukum Hilal	23
2. Definisi dan Landasan Hukum Visibilitas Hilal	25
3. Teori Visibilitas Hilal.....	28
B. Visibilitas Hilal Kastner	35
1. Fungsi Visibilitas Hilal Berdasarkan Model Kecerlangan Kastner	35
2. Perhitungan Fungsi Visibilitas Hilal Berdasarkan Model Kecerlangan Kastner.....	38
C. Curah Hujan di Indonesia.....	43
BAB III FUNGSI VISIBILITAS HILAL BERDASARKAN MODEL KECERLANGAN KASTNER DAN CURAH HUJAN DI PASURUAN TAHUN 2019-2021	48

A. Fungsi Visibilitas Hilal Berdasarkan Model Kecerlangan Kastner	48
1. Perhitungan Fungsi Visibilitas Hilal di Pasuruan Tahun 2019-2021.....	48
2. Data Fungsi Visibilitas Hilal dan Pengkategorianya	53
B. Curah Hujan di Pasuruan.....	55
1. Teknik Pengambilan Data Pengamatan Curah Hujan BMKG.....	55
2. Data Pengamatan Curah Hujan dan Pengkategorianya	57
C. Pengolahan Data SPSS	58
1. Uji Korelasi Koefisien Kontingensi	58
2. Uji Hipotesis.....	68
BAB IV ANALISIS PENGARUH CURAH HUJAN TERHADAP VISIBILITAS HILAL BERDASARKAN MODEL KECERLANGAN KASTNER DI PASURUAN TAHUN 2019-2021	66
A. Analisis Visibilitas Hilal Berdasarkan Model Kecerlangan Kastner di Pasuruan Tahun 2019-2021.....	66
1. Visibilitas Hilal 2019.....	66
2. Visibilitas Hilal 2020.....	67
3. Visibilitas Hilal 2021.....	67
4. Analisis Visibilitas Hilal Tahun 2019-2021.....	68
B. Analisis Pengaruh Curah Hujan Terhadap Visibilitas Hilal di Pasuruan Tahun 2019-2021 Berdasarkan Model Kecerlangan Kastner Merujuk pada Hasil Pengolahan Data SPSS	76
1. Uji Korelasi Koefisien Kontingensi	76
2. Interpretasi Output SPSS	79
3. Analisis Hasil Interpretasi Output SPSS	81
BAB V PENUTUP	79
A. Kesimpulan.....	79
B. Saran	80
DAFTAR PUSTAKA.....	79

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kriteria Fotheringham-Maunder	31
Tabel 2.2 Kriteria Bruin	32
Tabel 2.3 Derajat dan intensitas hujan (menit)	45
Tabel 2.4 Derajat dan intensitas hujan /jam dan /hari	45
Tabel 2.5 Kecepatan jatuhan, ukuran, dan berat butiran hujan	46
Tabel 3.1 Visibilitas hilal tahun 2019	50
Tabel 3.2 Visibilitas hilal tahun 2020	50
Tabel 3.3 Visibilitas hilal tahun 2021	50
Tabel 3.4 Pengkategorian data visibilitas hilal	53
Tabel 3.5 Pengkategorian data visibilitas hilal berdasarkan parameter posisi hilal	54
Tabel 3.6 Kategori data curah hujan harian	56
Tabel 3.7 Data curah hujan di Pasuruan tahun 2019-2021	57
Tabel 4.1 Data perhitungan visibilitas hilal dengan Δm bernilai positif	69
Tabel 4.2 Data perhitungan visibilitas hilal dengan Δm bernilai negatif	69
Tabel 4.3 Data perhitungan visibilitas hilal dengan Δm bernilai negatif dan tidak memiliki <i>best time</i>	70
Tabel 4.4 Perbedaan <i>lag time</i>	72
Tabel 4.5 Visibilitas hilal berdasarkan parameter posisi hilal	73
Tabel 4.6 Kategori dan simbol variabel curah hujan	76
Tabel 4.7 Simbol untuk variabel visibilitas hilal	76
Tabel 4.8 Simbol untuk variabel curah hujan dan visibilitas hilal	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Tampilan SPSS Data Editor	61
Gambar 3.2 Tampilan SPSS Data Editor	63
Gambar 3.3 <i>Value Labels</i>	63
Gambar 3.4 Tampilan SPSS Data Editor	64
Gambar 3.5 Tampilan SPSS Data Editor	65
Gambar 3.6 <i>Crosstabs</i>	65
Gambar 3.7 <i>Crosstabs Statistics</i>	66
Gambar 3.8 <i>Crosstabs Cells</i>	66
Gambar 3.9 Tampilan Output SPSS.....	67
Gambar 4.1 Output SPSS	79

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR TRANSLITERASI

Di dalam naskah skripsi ini banyak dijumpai nama dan istilah teknis (*technical term*) yang berasal dari bahasa Arab ditulis dengan huruf Latin. Pedoman transliterasi yang digunakan untuk penulisan tersebut adalah sebagai berikut :

A. Konsonan

No	Arab	Indonesia	Arab	Indonesia
1.	ا	‘	ط	ṭ
2.	ب	B	ظ	ẓ
3.	ت	T	ع	‘
4.	ث	Th	غ	gh
5.	ج	J	ف	f
6.	ح	ḥ	ق	q
7.	خ	Kh	ك	k
8.	د	D	ل	l
9.	ذ	Dh	م	m
10.	ر	R	ن	n
11.	ز	Z	و	w
12.	س	S	ه	h
13.	ش	Sh	ء	’
14.	ص	ṣ	ي	y
15.	ض	ḍ		

Sumber: kate L. Turabian *A. Manual of Writers of Term Papers, Disertations* (Chicago and London: The University of Chicago Press, 1987).

B. Vokal

1. Vocal Tunggal (monoftong)

Tanda dan Huruf Arab	Nama	Indonesia
اَ	<i>fatḥah</i>	a
اِ	Kasrah	i
اُ	ḍammah	u

Catatan: Khusus untuk *hamzah*, penggunaan apostrof hanya berlaku jika *hamzah* ber \dot{h} arakat sukun atau didahului oleh huruf ber \dot{h} arakat sukun.
 Contoh: *iqtiḍā'* (اقتضاء)

2. Vocal Rangkap (diftong)

Tanda dan Huruf Arab	Nama	Indonesia	Ket.
يَـ	<i>fatḥah dan ya'</i>	<i>Ay</i>	a dan y
وُـ	<i>fatḥah dan wawu</i>	<i>Aw</i>	a dan w

Contoh : *bayna* (بين)
 : *mawḍū'* (موضوع)

3. Vocal Panjang (*mad*)

Tanda dan Huruf Arab	Nama	Indonesia	Keterangan
ـَـ	<i>fatḥah dan alif</i>	<i>ā</i>	a dan garis di atas
ـِـ	<i>kasrah dan ya'</i>	<i>ī</i>	i dan garis di bawah
ـُـ	<i>ḍammah dan wawu</i>	<i>ū</i>	u dan garis di atas

Contoh : *al-jamā'ah* (الجماعة)
 : *takhyīr* (تخير)
 : *yadūru* (يدور)

C. Ta' Marbūḥah

Transliterasi untuk *tā' marbūḥah* ada dua :

1. Jika hidup (menjadi *muḍāf*) transliterasinya adalah *t*.
2. Jika mati atau sukun, transliterasinya adalah *h*.

Contoh : *sharī'at al-Islām* (شريعة الاسلام)
 : *sharī'ah islāmīyah* (شريعة اسلامية)

D. Penulisan Huruf Kapital

Penulisan huruf besar dan kecil pada kata, *phrase* (ungkapan) atau kalimat yang ditulis dengan transliterasi Arab-Indonesia mengikuti ketentuan penulisan yang berlaku dalam tulisan. Huruf awal (*initial letter*) untuk nama, tempat, judul buku dan yang lain ditulis dengan huruf besar.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Sistem penanggalan atau kalender adalah sebuah penanda waktu yang menggunakan acuan fenomena astronomi untuk perhitungannya. Kalender kamariah merupakan salah satu contoh *lunar system* yang perhitungannya berdasarkan revolusi Bulan atau pergerakan Bulan mengelilingi Bumi. Penentuan awal dan akhir bulan kamariah penting dilakukan karena berkaitan dengan ibadah umat Islam. Penetapan awal Bulan Ramadhan, Syawal, dan Dzulhijjah merupakan yang paling banyak disorot. Hal ini karena bulan-bulan tersebut berkaitan dengan ibadah puasa, hari raya idul fitri, ibadah haji, dan hari raya idul adha.

Pergantian tanggal dalam bulan kamariah dapat diamati dari fase Bulan atau kenampakan Bulan yang terlihat dari Bumi. Hilal yang merupakan faktor penentu awal bulan kamariah adalah Bulan sabit yang tampak pada fase *new moon*. Pada fase tersebut, cahaya Bulan tidak tampak dari Bumi. Hilal bukan merupakan objek yang mudah untuk diamati karena bentuknya yang tipis dan lembut seperti benang.

Penetapan awal bulan kamariah terdiri dari dua metode, yakni rukyatul hilal dan hisab. Rukyatul hilal dilakukan pada akhir bulan kamariah untuk mengamati hilal atau Bulan sabit di ufuk barat sesaat setelah Matahari

terbenam.¹ Sedangkan metode hisab merupakan penetapan awal bulan kamariah berdasarkan perhitungan astronomis. Hisab yang dimaksud disini adalah hisab hakiki, yakni penentuan awal bulan kamariah berdasarkan posisi Bulan yang sebenarnya, bukan berdasarkan perhitungan aritmatik seperti dalam hisab *'urfi*.² Perhitungan hisab *'urfi* hanya didasarkan pada peredaran rata-rata Bulan dan Bumi dalam mengelilingi Matahari, sehingga para ulama sepakat bahwa hisab ini tidak dapat digunakan dalam penentuan awal bulan kamariah.³

Pergantian hari pada kalender kamariah dimulai setelah terbenamnya Matahari. Sedangkan untuk pergantian bulannya terdapat perbedaan pendapat. Teori tentang kriteria pergantian bulan kamariah dikenal dengan istilah visibilitas hilal, yakni sebuah parameter untuk mendefinisikan kemungkinan posisi hilal dapat terlihat.⁴

Dalam perumusan sebuah kriteria visibilitas hilal, terdapat berbagai faktor yang dijadikan sebagai acuan untuk memperkirakan hilal dapat terlihat atau tidak ketika akhir bulan kamariah.⁵ Kriteria visibilitas hilal selalu mengalami perkembangan dari masa ke masa. Sehingga faktor-faktor yang

¹ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004), 173.

² Abd. Salam, *Ilmu Falak Praktis Waktu Salat, Arah Kiblat, dan Kalender Hijriah*, (Surabaya: Fakultas Syari'ah dan Hukum UIN Sunan Ampel Surabaya, tt), 177.

³ Akh. Mukarram, *Ilmu Falak Dasar-dasar Hisab Praktis*, (Sidoarjo: Grafika Media, 2012), 129-130.

⁴ Muhammad Faishol Amin, "Akuitas Mata dalam Kriteria Visibilitas Hilal" (Tesis—UIN Walisongo, Semarang, 2018), 1.

⁵ *Ibid.*, 2.

disertakan semakin kompleks seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Di Indonesia terdapat beberapa kriteria visibilitas hilal, dua diantaranya digunakan oleh ormas terbesar, *Nahdlatul Ulama* (NU) dan Muhammadiyah. NU menerapkan kriteria *imkanur rukyah* yang digagas oleh MABIMS⁶. Sedangkan Muhammadiyah menggunakan kriteria *wujudul hilal*⁷. Perbedaan kriteria visibilitas hilal beberapa kali menjadi penyebab tidak serentak penentuan awal bulan kamariah di Indonesia. Diperlukan kesepakatan untuk sebuah kriteria visibilitas hilal yang memiliki landasan ilmiah kokoh dan valid secara keilmuan. Justifikasi ilmiah terhadap visibilitas yang ada perlu dilakukan untuk menghindari kekeliruan dalam rukyatul hilal. Verifikasi terhadap rukyatul hilal tidak hanya berdasarkan interpretasi dalil syar'i, namun juga harus mempertimbangkan landasan ilmiahnya.

Dalam perkembangannya, kriteria visibilitas hilal tidak hanya menggunakan konfigurasi geometrik⁸, namun juga menyertakan faktor-faktor lainnya. Seperti yang dirumuskan Odeh, bahwa visibilitas hilal juga dipengaruhi oleh kondisi atmosfer, lokasi pengamatan, pengalaman pengamat dan ketajaman penglihatan. Prediksi kenampakan hilal menggunakan metode empirik berdasarkan data hasil pengamatan juga dikembangkan oleh beberapa peneliti seperti, Danjon, Ilyas, Fotheringham, Bruin, Odeh, Schaefer,

⁶ MABIMS merupakan musyawarah bersama antara menteri agama dari negara Indonesia, Brunei Darussalam, Malaysia, dan Singapura.

⁷ Ketika Matahari terbenam pasca konjungsi, hilal sudah berada di atas ufuk tanpa harus memenuhi kriteria ketinggian tertentu.

⁸ Faktor yang berkaitan dengan posisi Matahari, Bulan, dan Bumi.

Caldwell, Mc Nally, Maunder, dan Fatoohi, serta menghasilkan elongasi minimum Bulan-Matahari antara 6° - 12° . Bahkan Schaefer, Sultan, Bruin, dan Yallop juga memperhitungkan sensitivitas alat optik dan pengaruh atmosfer dalam penelitiannya.⁹

Sidney O. Kastner, seorang pakar fisika dan anggota *American Astronomical Society*, menyertakan faktor kontras dalam prediksi visibilitas benda langit. Kastner telah membuat sebuah model fungsi visibilitas saat senja untuk objek-objek langit di dekat Matahari. Teori tersebut dituangkan Kastner dalam *papernya* yang berjudul “*Calculation of Twilight Visibility Function of Near-Sun Object*” dengan memanfaatkan grafik kecerahan langit senja hasil penelitian Bartaneva dan Boyarova (1960). Kastner membangun model matematis dengan menjadikan kecerahan langit senja sebagai fungsi sudut depresi Matahari (kedalaman Matahari dibawah ufuk), beda azimuth *PoI* (*Point of Interest*) dengan Matahari, dan jarak zenit dengan *PoI* (90° dikurangi ketinggian *PoI*). *PoI* merupakan titik manapun di langit yang dijadikan sebagai objek pengamatan. Dalam hal perhitungan visibilitas hilal, maka *PoI* yang digunakan adalah posisi hilal itu sendiri.

Model kecerlangan Kastner mempertimbangkan kondisi atmosfer yang beragam (moderat, cerah, terpolusi) dengan cara mengubah nilai *k* (koefesien ekstingsi). Prediksi visibilitas hilal menggunakan model tersebut secara konsisten menghasilkan kondisi langit senja yang lebih terang daripada

⁹ Judhistira Aria Utama dan S. Siregar, “Usulan Kriteria Visibilitas Hilal di Indonesia dengan Model Kastner”, *JPMI: Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, Vol. 9, (Juli 2013), 198.

pengukuran langsung dengan *Sky Quality Meter* (SQM).¹⁰ Meskipun demikian, hasil tersebut masih dalam batasan yang ditoleran dan hanya perlu menambahkan koreksi kira-kira 1 mag/arcsec^2 agar sesuai dengan hasil observasi.¹¹ Namun faktor koreksi ini hanya konsisten apabila diterapkan pada Bulan Juni.

Faktor ambang kontras berpengaruh terhadap pencahayaan atau iluminansi dalam penentuan hilal dapat terlihat atau tidak. Kontras didefinisikan sebagai rasio antara cahaya objek yang diamati dengan kecerahan latar belakangnya, dalam hal ini adalah objek hilal dengan langit senja sebagai latar belakangnya. Hilal harus mencapai nilai ambang kontras tertentu agar dapat diamati. Namun fakta di lapangan menyatakan bahwa ketinggian hilal pascakonjungsi masih rendah dan posisinya masih dekat dengan Matahari. Dengan demikian, kecerahan langit senja akan mendominasi iluminansi hilal dan efek serapan atmosfer di dekat horizon yang kuat menyebabkan nilai kontras hilal semakin rendah.¹² Hal tersebut tentunya akan mengakibatkan cahaya hilal semakin redup.

Kecerahan langit senja dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti ketinggian lokasi pengamatan, musim, serta kondisi atmosfer setempat.¹³

Adapun durasi terjadinya senja dipengaruhi oleh letak lintang pengamat. Di

¹⁰ Judhistira Aria Utama, *Praktik Hisab dan Rukyah*, Zoom Meetings, 19 Oktober 2021.

¹¹ Ibid.

¹² Rahayu Ningsih, "Faktor-faktor Kecerahan Langit Senja dan Pengaruhnya Terhadap Nilai Minimum Parameter-parameter Fisis Visibilitas Hilal", (Skripsi—Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, 2014), 2-3.

¹³ Ibid., v.

wilayah khatulistiwa, Matahari terbenam tegak lurus dengan horizon, sedangkan di wilayah lintang tinggi posisi terbenamnya Matahari semakin miring yang menyebabkan senja berlangsung lebih lama.¹⁴ Sehingga dalam perumusan kriteria visibilitas hilal perlu memperhatikan faktor lintang geografis.

Indonesia terletak pada koordinat geografis 6°LU - 11°LS dan 95°BT-141°BT. Secara geografis, Indonesia merupakan negara yang dilalui garis khatulistiwa, sehingga musim yang terjadi dipengaruhi oleh iklim tropis. Musim di Indonesia dibagi menjadi dua, yakni musim penghujan yang umumnya terjadi pada Bulan Oktober sampai Maret, serta musim kemarau yang biasanya terjadi pada Bulan April sampai September.

Musim yang terjadi di Indonesia erat kaitannya dengan curah hujan. Perubahan musim dapat ditandai dengan intensitas curah hujan yang terjadi. Pada Bulan Oktober-Maret, posisi Matahari berada di belahan Bumi selatan, sehingga menyebabkan suhu permukaan laut di sekitar Indonesia mengalami peningkatan. Air laut banyak yang mengalami evaporasi atau penguapan dan membentuk gumpalan awan. Hal tersebut mengakibatkan terjadinya curah hujan yang tinggi dan Indonesia mengalami musim penghujan. Sedangkan pada Bulan April-Oktober, Matahari berada di belahan Bumi utara. Hal ini mengakibatkan berkurangnya penguapan air laut dan curah hujan, sehingga Indonesia mengalami musim kemarau.

¹⁴ Ibid., 3.

Semakin dekat dengan ekuator, maka curah hujannya semakin tinggi. Tingginya curah hujan disebabkan karena pada daerah tersebut Matahari dapat bersinar sepanjang tahun. Sehingga proses evaporasi air laut terjadi terus menerus. Berdasarkan proses terjadinya tersebut, hujan jenis ini dinamakan hujan ekuatorial atau hujan naik tropis.¹⁵

Mayoritas lokasi pengamatan hilal di Indonesia berada di dekat pantai. Kelebihan dari lokasi tersebut adalah pandangan terhadap ufuk minim halangan. Namun lokasi dekat pantai juga memungkinkan adanya penguapan air laut, sehingga menyebabkan curah hujannya cenderung tinggi. Lokasi dengan curah hujan tinggi dapat mempengaruhi tingkat keberhasilan rukyatul hilal.¹⁶

Selain kawasan dekat pantai, lokasi pengamatan hilal biasanya juga dilakukan di tempat yang tinggi, seperti bukit. Menurut kriteria ideal BMKG, tempat pengamatan hilal hanya dibatasi sampai pada ketinggian 300 mdpl. Namun tidak jarang kalau lokasi pengamatan tersebut juga tidak optimum dikarenakan faktor cuaca dan awan.

Provinsi Jawa Timur memiliki 24 titik yang secara resmi ditetapkan sebagai Pos Observasi Bulan (POB) dan secara rutin mengadakan rukyatul hilal menjelang Bulan Ramadhan, Syawal, dan Dzulhijjah. Salah satu POB dilaksanakan di LAPAN Watukosek (yang sekarang berganti nama menjadi

¹⁵ Iswanto, *Mengenal Cuaca dan Iklim di Indonesia*, (t.tp.: Pakar Raya, 2018), 35.

¹⁶ Machzumy, "Pengaruh Curah Hujan terhadap Keberhasilan Rukyatul Hilal pada Observatorium Lhoknga Aceh", Samarah: *Jurnal Hukum Keluarga dan Hukum Islam*, Vol. 3, No. 1, (Januari-Juni 2019), 236.

BRIN/Badan Riset dan Inovasi Nasional) Gempol, Kabupaten Pasuruan. Lokasi pengamatan hilal tersebut dapat dikatakan strategis karena terletak di dataran tinggi dan jauh dari pemukiman penduduk. Secara geografis terletak pada ketinggian 50 mdpl serta $7^{\circ}34'2''$ LS dan $112^{\circ}40'32''$ BT.

Berdasarkan penelitian Mufid Ridhwan dalam skripsinya, tingkat keberhasilan rukyatul hilal di LAPAN Watukosek pada tahun 1436-1439 H hanya mencapai 40%.¹⁷ Sehingga dapat dikatakan bahwa sebagian besar visibilitas hilalnya tidak dapat teramati. Faktor cuaca seperti langit mendung dan turunnya hujan sering menjadi kendala rukyat di lokasi tersebut. Karena turunnya hujan menjadi salah satu faktor penghambat keberhasilan rukyat, maka kiranya perlu dilakukan penelitian terkait korelasi antara curah hujan dan visibilitas hilal. Oleh karena itu, penulis bermaksud untuk melakukan penelitian skripsi dengan judul “Studi Pengaruh Curah Hujan Terhadap Visibilitas Hilal Berdasarkan Model Kecerlangan Kastner di Pasuruan Tahun 2019-2021”.

B. Identifikasi Masalah dan Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka permasalahan yang dapat diidentifikasi adalah sebagai berikut:

1. Justifikasi ilmiah terhadap visibilitas hilal yang berlaku di Indonesia.

¹⁷ Mufid Ridhwan, “Analisis Tingkat Keberhasilan Rukyat di LAPAN Watukosek Pasuruan dan Bukit Condroidipo Gresik dengan Kriteria Imkanur Rukyat (Studi Kasus Awal Ramadhan, Syawal, dan Zulhijjah Tahun 1435-14439 H)”, (Skripsi—UIN Sunan Ampel, Surabaya, 2019), 65.

2. Kriteria visibilitas hilal selalu mengalami perkembangan dari masa ke masa.
3. Belum ada penelitian tentang visibilitas hilal sepanjang tahun dari Januari sampai Desember pada 2019-2021 di Pasuruan berdasarkan model kecerlangan Kastner.
4. Pengaruh curah hujan terhadap visibilitas hilal di Pasuruan berdasarkan model kecerlangan Kastner.

Berdasarkan identifikasi masalah tersebut maka penelitian ini dibatasi sebagai berikut:

1. Visibilitas hilal sepanjang tahun dari Januari sampai Desember pada 2019-2021 di Pasuruan berdasarkan model kecerlangan Kastner.
2. Pengaruh curah hujan terhadap visibilitas hilal di Pasuruan berdasarkan model kecerlangan Kastner.

C. Rumusan Masalah

1. Bagaimana visibilitas hilal sepanjang tahun dari Januari sampai Desember pada 2019-2021 di Pasuruan berdasarkan model kecerlangan Kastner?
2. Bagaimana pengaruh curah hujan terhadap visibilitas hilal di Pasuruan berdasarkan model kecerlangan Kastner?

D. Kajian Pustaka

Kajian pustaka merupakan deskripsi ringkas mengenai kajian penelitian seputar masalah yang telah diteliti sebelumnya. Penulisan kajian

pustaka bertujuan untuk menghindari duplikasi terhadap kajian penelitian yang telah ada. Berikut ini beberapa penelitian yang berhubungan dengan kajian yang akan Penulis teliti:

1. Skripsi Mayo Rizky Satria mahasiswa UIN Walisongo Semarang yang berjudul “Pengaruh Kecerlangan Langit Terhadap Visibilitas Hilal”. Skripsi tersebut menganalisis tentang pengaruh kecerlangan langit terhadap visibilitas hilal menggunakan model kecerlangan Kastner dan observasi di lapangan menggunakan *Sky Quality Meter*(SQM). Data hasil perhitungan dengan model Kastner apabila dibandingkan dengan data hasil pengukuran langsung menggunakan SQM terdapat perbedaan. Nilai visibilitas yang diprediksi dengan model Kastner lebih tinggi/rendah ketika dilakukan pengukuran langsung karena sesuai dengan kondisi langit yang sebenarnya.¹⁸ Hal ini menunjukkan bahwa kecerlangan langit berpengaruh terhadap visibilitas hilal. Penelitian tersebut berbeda dengan yang akan penulis kaji. Penulis akan mengkaji tentang pengaruh curah hujan terhadap visibilitas hilal di Indonesia, sedangkan dalam skripsi tersebut yang dibahas adalah pengaruh kecerlangan langit terhadap visibilitas hilal. Dalam penelitian tersebut dilakukan perhitungan dengan model Kastner lalu dibandingkan dengan hasil observasi di lapangan, sedangkan Penulis hanya menggunakan model perhitungan Kastner.

¹⁸ Mayo Rizky Satria, “Pengaruh Kecerlangan Langit Terhadap Visibilitas Hilal” (Skripsi—UIN Walisongo, Semarang, 2018), x.

2. Skripsi yang ditulis oleh Rahayu Ningsih dengan judul “Faktor-faktor Kecerahan Langit Senja dan Pengaruhnya Terhadap Nilai Minimum Parameter-parameter Fisis Visibilitas Hilal”. Dari skripsi tersebut diperoleh nilai-nilai minimum parameter fisis (umur Bulan pascakonjungsi/ AGE, elongasi/ARCL, dan beda tinggi Bulan-Matahari/ARCV) yang digunakan sebagai indikator visibilitas hilal. Masing-masing dibedakan dalam modus pengamatan dengan mata telanjang dan berbantuan alat optik untuk wilayah tropis dan subtropis serta mempertimbangkan faktor-faktor yang mempengaruhi kecerahan langit senja.¹⁹ Dalam penelitian tersebut juga diperoleh bahwa pengamatan di wilayah tropis dengan modus mata telanjang (AGE 16,8 jam; ARCL 8,6°; dan ARCV 8,4°) nilainya lebih besar dibandingkan nilai yang digunakan oleh MABIMS (AGE 8 jam; ARCL 3°; dan ARCV 3°).²⁰ Penelitian tersebut berbeda dengan yang akan penulis kaji. Penulis akan mengkaji tentang pengaruh curah hujan terhadap visibilitas hilal di Indonesia menggunakan model kecerlangan Kastner. Sedangkan dalam skripsi tersebut mengkaji tentang faktor kecerahan langit senja dan pengaruhnya terhadap parameter minimum visibilitas hilal, yang kemudian diklasifikasikan berdasarkan wilayah tropis dan subtropis (letak geografis), musim, elevasi (ketinggian tempat dari permukaan laut), serta kondisi atmosfernya. Sumber data yang digunakan juga berbeda.

¹⁹ Rahayu Ningsih, “Faktor-faktor...”, 55.

²⁰ Ibid., 56.

Penelitian tersebut merupakan *literature research* yang datanya diperoleh dari ICOP (*Islamic Crescent Observation Program*) dan data modus pengamatan dengan teleskop dari KACST (*King Abdulaziz City for Science and Technology*). Sedangkan sumber data yang penulis gunakan adalah perhitungan visibilitas hilal Kastner dan hasil pengamatan curah hujan BMKG sebagai data primernya.

3. Skripsi Khoeriyah Lutfiyah yang berjudul “Konsep Best Time dalam Visibilitas Hilal dengan Menggunakan Model Kastner”. Penelitian tersebut mengusulkan konsep *best time* menggunakan model kecerlangan Kastner untuk modus pengamatan dengan mata telanjang. Data yang digunakan merupakan kompilasi kesaksian hilal yang dihimpun oleh Kemenag tahun 1962-2011 dan data Rukyatul Hilal Indonesia (RHI) tahun 2007-2009. Seleksi terhadap data-data tersebut menghasilkan persamaan linier sederhana untuk konsep *best time* yakni: $T_{best} = T_{sunset} + (19/20 \times lag - 242/25)$. Jika dibandingkan dengan konsep *best time* Bruin dan Qureshi, waktu terbaik menyaksikan hilal berdasarkan model Kastner berkisar antara 5 sampai 25 menit lebih akhir.²¹ Penelitian tersebut berbeda dengan skripsi yang akan penulis kaji. Skripsi tersebut memfokuskan perhitungan untuk mengetahui *best time* pengamatan menggunakan mata telanjang. Sedangkan penulis mengkorelasikan pengaruh curah hujan terhadap visibilitas hilal berdasarkan model Kastner, baik menggunakan mata

²¹ Khoeriyah Lutfiyah S, “Konsep Best Time dalam Visibilitas Hilal dengan Menggunakan Model Kastner”, (Skripsi—Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, 2013), 32.

telanjang atau berbantuan alat optik. Data yang digunakan juga berbeda. Skripsi tersebut menggunakan kompilasi data dari Kemenag dan RHI. Sedangkan sumber data yang Penulis gunakan adalah perhitungan visibilitas hilal Kastner dan hasil pengamatan curah hujan BMKG sebagai data primernya.

4. Tesis berjudul “Faktor Atmosfer dalam Visibilitas Hilal Menurut Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG)” yang ditulis oleh Badrul Munir. Dalam tesis tersebut disimpulkan bahwa menurut BMKG terdapat 2 faktor atmosfer yang berpengaruh terhadap visibilitas hilal. Faktor pertama adalah kejernihan atmosfer yang ditunjukkan oleh bilangan kebeningan atmosfer dari angka 0-1,3. Semakin tinggi angkanya berarti kondisi atmosfer semakin bersih. Faktor kedua adalah tutupan awan di ufuk barat ketika pengamatan. Keawanan dinyatakan dalam satuan 0 (langit cerah tanpa awan) dan 8/8 atau 10/10 (langit tertutup awan seluruhnya). Kecerahan atmosfer sangat berpengaruh terhadap visibilitas hilal. Dari perhitungan menggunakan model Kastner diperoleh bahwa kecerahan atmosfer 0,0-0,7 pada hilal dengan ketinggian kurang dari 8° dapat mengubah visibilitas hilal menjadi negatif pada modus pengamatan dengan mata telanjang serta dapat menurunkan visibilitas hilal hingga 2 mag/arcsec^2 pada modus pengamatan dengan teleskop.²² Pengaruh atmosfer terhadap visibilitas hilal dapat diketahui dari

²² Badrul Munir, “Faktor Atmosfer dalam Visibilitas Hilal Menurut Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG)” (Tesis—UIN Walisongo, Semarang, 2019), 150.

perhitungan menggunakan model Kastner termodifikasi yang menyatakan bahwa visibilitas hilal mengalami penurunan. Penelitian tersebut berbeda dengan skripsi yang akan penulis kaji. Dalam tesis tersebut fokus terhadap faktor atmosfer yang berpengaruh terhadap visibilitas hilal, sedangkan Penulis fokus pada pengaruh curah hujan terhadap visibilitas hilal. Data-data yang digunakan untuk penelitian tersebut bersumber dari data hasil pengamatan BMKG di Manado dan Kupang serta hasil wawancara dengan pihak BMKG Jakarta. Sedangkan sumber data yang penulis gunakan adalah perhitungan visibilitas hilal Kastner dan hasil pengamatan curah hujan BMKG sebagai data primernya.

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat ditegaskan bahwa studi pengaruh curah hujan terhadap visibilitas hilal berdasarkan model kecerlangan Kastner di Pasuruan belum pernah diangkat menjadi skripsi.

E. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Untuk mengetahui visibilitas hilal sepanjang tahun dari Januari sampai Desember pada 2019-2021 di Pasuruan berdasarkan model kecerlangan Kastner.
2. Untuk mengetahui pengaruh curah hujan terhadap visibilitas hilal di Pasuruan berdasarkan model kecerlangan Kastner.

F. Kegunaan Hasil Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Secara teoritis penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan bagi mahasiswa ilmu falak khususnya dan pegiat falak lain pada umumnya mengenai teori visibilitas hilal menggunakan model kecerlangan Kastner. Dengan adanya kajian ini, akan diketahui bagaimana pengaruh curah hujan terhadap visibilitas hilal. Penelitian ini juga diharapkan dapat digunakan sebagai bahan rujukan untuk penelitian selanjutnya yang berkaitan.
2. Dari segi praktis penelitian ini diharapkan dapat membantu faktor keberhasilan dalam rukyatul hilal. Dengan adanya pengelompokan kontras hilal setiap bulan dari Januari sampai Desember berdasarkan curah hujannya, maka akan didapatkan prediksi untuk pelaksanaan rukyatul hilal agar hasilnya optimum.

G. Definisi Operasional

1. Curah hujan

Curah hujan merupakan jumlah air hujan yang turun pada suatu daerah di permukaan Bumi dalam kurun waktu tertentu. Air hujan yang dapat diukur sebagai curah hujan merupakan air yang terkumpul di tempat datar, tidak mengalir, tidak meresap, dan tidak menguap. Adapun satuan yang digunakan adalah mm/hari. Curah hujan berjumlah 1 mm artinya

ketinggian air hujan di permukaan tanah yang tidak meresap dan tidak menguap ke atmosfer adalah setebal 1 mm.

2. Visibilitas hilal berdasarkan model kecerlangan Kastner

Kriteria visibilitas hilal Kastner tidak hanya berdasarkan posisi Matahari, Bumi, dan Bulan, namun juga mempertimbangkan faktor kecerahan langit senja. Nilai ambang kontras antara pencahayaan (iluminansi) hilal dengan langit senja sebagai latar belakangnya dapat digunakan untuk menentukan apakah hilal dapat terlihat atau tidak. Fungsi visibilitas tersebut akan dinyatakan dengan Δm . Apabila Δm bernilai positif, maka hilal dapat diamati dengan mata telanjang (jika cuaca dan faktor lainnya mendukung). Sebaliknya, jika Δm bernilai negatif, maka hilal tidak dapat diamati dengan mata telanjang (namun bisa dengan bantuan alat optik).

H. Metode Penelitian

1. Jenis penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif komparatif. Penelitian deskriptif merupakan jenis penelitian untuk menyajikan atau mengeksplorasi suatu fenomena secara mendalam, luas, dan menyeluruh.²³ Penelitian deskriptif bertujuan untuk mendeskripsikan temuan hasil penelitian serta menjelaskan dan memvalidasi kebenaran hasil tersebut.²⁴

²³ Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, cetakan ke-27, (Bandung: Alfabeta, 2019), 209.

²⁴ Marisi Baturbutar, dkk, *Pengantar Metodologi Penelitian: Pendekatan Multidisipliner*, (Bandung: CV Media Sains Indonesia, 2022), 34.

Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan bagaimana visibilitas hilal yang dihitung berdasarkan model kecerlangan Kastner di Pasuruan tahun 2019-2021. Hasil perhitungan dapat digunakan untuk menjelaskan dan memvalidasi temuan hasil penelitian, sehingga visibilitas hilalnya dapat dideskripsikan berdasarkan posisi hilal yang meliputi tinggi hilal, beda azimuth, serta elongasi.

Penelitian komparatif dilakukan untuk membandingkan antara satu variabel dengan variabel lainnya. Penelitian jenis ini dapat dilakukan untuk mencari jawaban mendasar tentang sebab-akibat dengan menganalisis faktor-faktor penyebab terjadinya suatu fenomena.²⁵ Penelitian ini penulis lakukan untuk mengetahui apakah curah hujan dapat berpengaruh terhadap visibilitas hilal yang dihitung berdasarkan model kecerlangan Kastner.

2. Sumber data

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sumber data primer dan sekunder:

a. Sumber primer

Sumber primer diperoleh dari perhitungan visibilitas hilal berdasarkan model kecerlangan Kastner menggunakan *Microsoft excel*. Data yang digunakan untuk perhitungan merupakan data-data astronomis yang bersumber dari ephemeris Jean Meuss. Perhitungan tersebut merujuk pada paper Sidney O. Kastner (1976) "*Calculation of*

²⁵ Ibid., 40.

Twilight Visibility Function of Near Sun Object” dan jurnal “*Usulan Kriteria Visibilitas Hilal di Indonesia dengan Model Kastner*” yang ditulis oleh Judhistira Aria Utama dan S. Siregar. Penulis juga menggunakan data pengamatan curah hujan harian BMKG di wilayah Pasuruan pada kurun waktu 2019-2021 dan pengolahan analisis data SPSS sebagai sumber primer.

b. Sumber sekunder

Sumber data sekunder diperoleh dari buku-buku, jurnal ilmiah, *website*, artikel-artikel maupun laporan hasil penelitian lainnya yang terkait dengan visibilitas hilal model Kastner dan curah hujan.

3. Populasi dan sampel

Populasi merupakan keseluruhan objek yang menjadi sasaran penelitian. Sedangkan sampel adalah elemen populasi yang digunakan dalam penelitian dan dapat mewakili karakteristik seluruh populasi yang ada.

Populasi dalam penelitian ini ada 37 bulan dari Januari sampai Desember dalam kurun waktu tahun 2019-2021. Adapun sampel yang digunakan adalah keseluruhan dari populasi yang ada, karena penulis akan melakukan penelitian mengenai pengaruh curah hujan terhadap visibilitas hilal sepanjang tahun pada kurun 2019-2021.

4. Metode pengumpulan data

Penulis melakukan pengumpulan data menggunakan metode dokumentasi dan observasi. Metode dokumentasi dilakukan dengan

mengumpulkan referensi terkait visibilitas hilal Kastner dan curah hujan di Indonesia dari berbagai sumber, seperti buku, jurnal ilmiah, laporan tugas akhir, laporan penelitian, *website*, dan data-data hasil pengamatan yang berkaitan lainnya.

Pengumpulan data juga menggunakan metode observasi. Pada tahap awal, penulis akan mengumpulkan data-data astronomis yang diperlukan untuk perhitungan visibilitas hilal dan data-data curah hujan dari *website* BMKG. Kemudian penulis akan melakukan observasi terfokus pada data-data tersebut, sehingga akan diketahui kriteria data yang diperlukan dalam penelitian.

5. Metode analisis data

Analisis data merupakan rangkaian kegiatan penelaahan, pengelompokan, sistematisasi, penafsiran, serta verifikasi data supaya sebuah fenomena memiliki nilai sosial, akademis, dan ilmiah.²⁶ Penelitian ini menggunakan analisis statistik korelasi. Analisis ini dimaksudkan untuk mengetahui hubungan antara dua variabel atau lebih. Rumus statistik yang digunakan tergantung pada gejala atau variabel yang dikorelasikan.

Penulis akan menggunakan uji korelasi koefisien kontingensi atau *crosstabulation*. Uji korelasi ini digunakan untuk data yang berbentuk nominal atau kategorik. Analisis data akan diolah menggunakan program

²⁶ Sandu Siyoto, M. Ali Sodik, *Dasar Metodologi Penelitian*, (Yogyakarta: Literasi Media Publishing, 2015), 109.

SPSS (*Statistical Product and Service Solutions*). Dalam program ini, teknik analisis yang digunakan adalah *crosstab* atau tabel silang, karena data yang digunakan berbentuk nominal.²⁷

Pengujian terhadap hipotesis perlu dilakukan untuk mendapatkan jawaban atau kebenaran yang sesungguhnya dari permasalahan secara empirik. Dalam penelitian ini penulis menggunakan jenis uji hipotesis nol (H_0) dan hipotesis alternatif (H_a). Jika taraf signifikansinya $> 0,05$ maka H_0 diterima. Jika signifikansinya $< 0,05$ maka H_0 ditolak atau H_a diterima. H_0 artinya tidak ada pengaruh curah hujan terhadap visibilitas hilal berdasarkan model kecerlangan Kastner. Sedangkan H_a artinya ada pengaruh curah hujan terhadap visibilitas hilal berdasarkan model kecerlangan Kastner.

I. Sistematika Penulisan

Sistematika Penulisan terdiri dari lima bab. Setiap bab memiliki sub-sub pembahasan. Bab pertama berisi pendahuluan. Bab ini meliputi latar belakang masalah, identifikasi dan batasan masalah, rumusan masalah, kajian pustaka, tujuan dan manfaat penulisan, metode penulisan serta sistematika penulisan.

Bab kedua berisi teori tentang visibilitas hilal dan curah hujan. Pada bab ini akan dijelaskan mengenai definisi, landasan hukum, dan beberapa

²⁷ Abdul Muhid, *Analisis Statistik Edisi 2*, (Sidoarjo: Zifatama Jawara, 2019), 383.

contoh kriteria visibilitas hilal. Selain itu juga akan diuraikan mengenai teori visibilitas Kastner dan curah hujan di Indonesia.

Bab ketiga memuat data-data penelitian. Data tersebut berupa data perhitungan visibilitas hilal menggunakan *Microsoft Excel*, data curah hujan BMKG, serta data pengolahan SPSS.

Bab keempat merupakan analisis data. Data hasil penelitian tersebut dianalisis menggunakan uji korelasi koefisien kontingensi untuk mengetahui pengaruh curah hujan terhadap visibilitas hilal di Indonesia berdasarkan model kecerlangan Kastner.

Bab kelima merupakan penutup. Bab ini memaparkan tentang kesimpulan dan saran yang berkaitan dengan hasil penelitian.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB II

VISIBILITAS HILAL DAN CURAH HUJAN

A. Visibilitas Hilal

1. Definisi dan Landasan Hukum Hilal

Secara bahasa, kata “hilal” berasal dari bentuk jamak *ahillah* dalam Bahasa Arab yang artinya Bulan sabit.¹ Sedangkan dalam Bahasa Inggris hilal disebut *crescent moon* atau Bulan sabit yang tampak setelah terjadinya konjungsi. Menurut perspektif tafsir Al-Qur’an hakikat hilal adalah Bulan sabit yang tampak dari Bumi. Dalam perspektif tersebut hilal memiliki beberapa karakteristik yakni, bentuknya yang lembut seperti benang, kenampakannya dapat teramati, berada pada fase *sirar* atau samar pada dua malam pertama di ufuk sebelah barat, dan memiliki perubahan yang jelas sehingga memudahkan manusia dalam penentuan waktu.²

Hilal merupakan bagian Bulan yang bersinar karena terkena pantulan cahaya Matahari dan visibilitasnya akan tampak setelah Matahari terbenam. Kenampakan hilal dijadikan acuan dalam pergantian bulan kamariah. Berikut ini ayat Al-Quran yang menyatakan hilal dan fase Bulan lainnya sebagai penanda waktu bagi manusia;

¹ Susiknan Azhari, *Ensiklopedia Hisab Rukyat, Cetakan II*, (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2008), 76.

² Badrun Taman, et al., “Hilal dalam Perspektif Tafsir Al-Quran”, *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-Ilmu Berkaitan*, Vol. 7 No. 1, (Juni, 2021), 32-33.

يَسْأَلُونَكَ عَنِ الْأَهْلِ قُلْ هِيَ مَوَاقِيتُ لِلنَّاسِ وَالْحَجِّ وَلَيْسَ الْبِرُّ بِأَنْ تَأْتُوا
 الْبُيُوتَ مِنْ ظُهُورِهَا وَلَكِنَّ الْبِرَّ مَنِ اتَّقَى وَأْتُوا الْبُيُوتَ مِنْ أَبْوَابِهَا وَاتَّقُوا
 اللَّهَ لَعَلَّكُمْ تُفْلِحُونَ ﴿١٨٩﴾

“Mereka bertanya kepadamu tentang Bulan sabit. Katakanlah: "Bulan sabit itu adalah tanda-tanda waktu bagi manusia dan (bagi ibadat) haji; dan bukanlah kebajikan memasuki rumah-rumah dari belakangnya, akan tetapi kebajikan itu ialah kebajikan orang yang bertakwa. dan masuklah ke rumah-rumah itu dari pintu-pintunya; dan bertakwalah kepada Allah agar kamu beruntung.” [Al-Baqarah ; 189]³

QS. Al-Baqarah ayat 189 diturunkan berkaitan dengan pertanyaan kaum muslimin kepada Rasulullah mengenai fenomena hilal yang kenampakannya selalu berubah-ubah dari waktu ke waktu. Lalu turunlah ayat tersebut untuk menjelaskan makna hilal beserta hikmahnya. Jalaluddin Abdurrahman bin Abi Bakar Al-Suyuthi dan Jalaluddin Muhammad bin Ahmad Mahalli dalam kitab Tafsir Jalalain menerangkan bahwa QS. Al-Baqarah ayat 189 merupakan sebuah keterangan waktu untuk musim bercocok tanam, panen, berdagang, masa iddah bagi wanita, serta waktu yang berkenaan dengan ibadah puasa dan haji.⁴

³ Al-Quran, 2:189.

⁴ Qomarus Zaman, “Memahami Makna Hilal Menurut Tafsir Al-Quran dan Sains”, *Universum*, Vol. 9, No. 1, (Januari, 2015), 107.

2. Definisi dan Landasan Hukum Visibilitas Hilal

Kriteria visibilitas hilal adalah sebuah parameter untuk mendefinisikan kemungkinan posisi hilal sebagai penentu awal bulan kamariah. Penafsiran terhadap ayat-ayat Al Quran dan hadist-hadist tentang awal bulan kamariah yang berbeda menimbulkan berbagai metode dalam menentukan awal bulan itu sendiri. Masing-masing metode memiliki kriteria yang berbeda, sehingga awal bulan baru juga sering mengalami perbedaan.

Secara umum, penentuan awal bulan kamariah terdiri dari dua metode, yakni hisab dan rukyatul hilal. Baik hisab maupun rukyat, keduanya memiliki landasan hukum serta kekurangan dan kelebihan masing-masing. Dalam ilmu fikih, hisab digunakan untuk menentukan waktu dan arah di muka Bumi dengan melakukan perhitungan terhadap posisi geometris benda-benda langit seperti Matahari, Bumi, dan Bulan.⁵ Adapun hisab yang dapat digunakan dalam penentuan awal bulan kamariah adalah hisab hakiki, yakni hisab yang memperhitungkan posisi Bulan sebenarnya, bukan berdasarkan perhitungan aritmatik atau perhitungan rata-rata seperti dalam hisab *'urfi*. Berikut ini beberapa landasan hukum tentang hisab:

❖ الشَّمْسُ وَالْقَمَرُ بِحُسْبَانٍ ﴿٥﴾

“Matahari dan bulan (beredar) menurut perhitungan.” [QS. Ar-Rahman; 5]⁶

⁵ Majelis Tarjih dan Tajdid Pimpinan Pusat Muhammadiyah, *Pedoman Hisab Muhammadiyah*, (Yogyakarta: Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah, 2009), 2.

⁶ Al-Quran, 10:5.

❖ هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسَ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا وَقَدَرَهُ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا عَدَدَ
الْيَسِينِ وَالْحِسَابِ مَا خَلَقَ اللَّهُ ذَلِكَ إِلَّا بِالْحَقِّ يُفَصِّلُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ
يَعْلَمُونَ ﴿٥﴾

“Dia-lah yang menjadikan Matahari bersinar dan bulan bercahaya dan ditetapkan-Nya manzilah-manzilah (tempat-tempat) bagi perjalanan bulan itu, supaya kamu mengetahui bilangan tahun dan perhitungan (waktu). Allah tidak menciptakan yang demikian itu melainkan dengan hak. Dia menjelaskan tanda-tanda (kebesaran-Nya) kepada orang-orang yang mengetahui.” [QS. Yunus; 5]⁷

Sedangkan rukyat merupakan kegiatan mengamati hilal di ufuk sebelah barat setelah terbenamnya Matahari (*ghurub*) pada akhir bulan kamariah untuk menentukan kapan dimulainya bulan baru. Apabila hilal berhasil dirukyat atau disaksikan maka keesokan harinya merupakan tanggal 1 bulan baru. Namun apabila rukyat tidak berhasil, maka ditetapkan istikmal atau penggenapan bulan menjadi 30 hari. Berikut ini landasan hukum dilaksanakannya rukyatul hilal:

صُومُوا لِرُؤْيَيْهِ وَأَفْطِرُوا لِرُؤْيَيْهِ فَإِنْ عُبِيَ عَلَيْكُمْ فَأَكْمِلُوا عِدَّةَ شَعْبَانَ ثَلَاثِينَ
(رواه مسلم من أبو هريرة)

“Berpuasalah kamu semua karena melihat hilal (Ramadhan) dan berbukalah kamu semua karena melihat hilal (Syawal). Apabila hilal tertutup, maka sempurnakanlah bilangan Sya’ban menjadi tigapuluh.” (HR. Muslim dari Abu Hurairah)

Perbedaan hasil dari metode hisab dan rukyat serta ketidakpastian dalam penentuan awal bulan kamariah menimbulkan pemikiran untuk menyatukan kedua metode tersebut. Salah satunya adalah dengan dirumuskannya kriteria visibilitas hilal. Adanya kriteria

⁷ Al-Quran, 55:5.

visibilitas hilal dapat mengakomodir kedua metode tersebut. Hisab dapat digunakan sebagai konsep utama dalam menentukan awal bulan dengan tetap mengacu pada kriteria rukyat.⁸ Penentuan awal bulan kamariah dapat dilakukan secara pasti dengan adanya kriteria visibilitas hilal tersebut.

Kriteria visibilitas hilal merupakan hasil penelaahan antara metode hisab dan rukyat untuk mendapatkan interpretasi atau penafsiran astronomis atas dalil-dalil fikih tentang awal bulan kamariah.⁹ Visibilitas hilal dirumuskan berdasarkan data rukyat dari tahun ke tahun lalu dianalisis menggunakan perhitungan astronomi.¹⁰ Posisi hilal dan Matahari serta posisi relatif diantara keduanya pada saat pengamatan menjadi faktor penting dalam perumusan kriteria visibilitas hilal. Selain faktor konfigurasi geometrik tersebut, beberapa pakar juga menyertakan faktor lainnya dalam merumuskan kriteria visibilitas hilal seperti, lokasi pengamatan, kondisi atmosfer, kecerlangan langit, curah hujan, pengalaman pengamat, dan lain-lain.

⁸ Badrul Munir, "Faktor Atmosfer ...", 20-21.

⁹ Suhardiman, "Kriteria Visibilitas Hilal dalam Penetapan Awal Bulan Kamariah di Indonesia", *Jurnal Khatulistiwa: Journal of Islamic Studies*, Vol. 3, No. 1, (Maret 2013), 76.

¹⁰ Rahman Subha, "Kriteria Visibilitas Hilal dalam Penentuan Awal Bulan Kamariyah di Makassar Sulawesi Selatan" (Tesis—UIN Alauddin, Makassar, 2017), 52.

3. Teori Visibilitas Hilal

Kriteria visibilitas hilal merupakan kajian yang terus berkembang dari masa ke masa. Pengamatan hilal telah dilakukan sejak dahulu pada zaman Babilonia Baru. Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, faktor-faktor yang disertakan dalam perumusan kriteria visibilitas hilal juga semakin kompleks, sehingga akurasinya semakin mendekati kepastian. Berikut ini beberapa kriteria visibilitas hilal dari masa ke masa:

- **Kriteria klasik**

Bangsa Babilonia mengamati Bulan sabit ketika terbenamnya Matahari pada waktu-waktu tertentu demi kepentingan penanggalan mereka. Pada era Babilonia Baru sekitar tahun 626-75 SM muncul kriteria yang menjadi batas keterlihatan hilal yang disebut sebagai kriteria Babilon. Menurut kriteria tersebut, visibilitas Bulan sabit akan terlihat apabila umur Bulan lebih dari 24 jam dan *lag time*¹¹ minimal 48 menit.

Sekitar tahun 500-700 M, bangsa India yang menggunakan sistem kalender *lunisolar* menentukan awal bulannya mengacu pada fase Bulan. Mereka menggunakan acuan beda nilai antara

¹¹ Interval waktu antara terbenamnya matahari (altitude matahari geosentris mulai minus) sampai terbenamnya hilal (altitude bulan geosentris mulai minus) atau durasi hilal ketika berada di atas ufuk. Semakin sedikit *lag time*, maka pengamatan Bulan akan semakin sulit, karena akan terganggu oleh cahaya Matahari.

Matahari dan Bulan dalam ekuator sebesar 12° .¹² Nilai 12° merupakan pergerakan rata-rata Bulan terhadap Matahari. Mereka menyebutnya dengan istilah *Thiti*. Satu Bulan terdiri dari 30 *Thiti*, sehingga dalam satu bulan pergerakan Bulan terhadap Matahari genap menjadi 360° . Perlu diketahui bahwa ketika terjadi konjungsi, jarak antara Matahari dan Bulan adalah 0° , sehingga Bulan sabit akan dapat diamati apabila telah mencapai 1° .¹³

- **Kriteria pada masa kejayaan peradaban Islam**

Pada masa selanjutnya ketika keilmuan mengalami perkembangan pesat di bawah kekuasaan Islam (700-1100 M), kriteria dasar India tersebut digunakan oleh para ilmuwan muslim sebagai pijakan dasar untuk melakukan penelitian lebih lanjut tentang sifat-sifat fisis Bulan. Al Khawarizmi menyatakan visibilitas hilal sebagai fungsi elongasi Bulan dan Matahari yang nilainya lebih dari $9,5^\circ$.¹⁴ Beliau juga menggunakan kriteria India untuk menyusun tabel prediksinya.

At Tabari menyatakan bahwa hilal akan terlihat ketika Bulan terbenam, ketinggian Matahari dibawah ufuk sudah mencapai nilai $9,5^\circ$. Namun azimuth Bulan terhadap Matahari tidak

¹² Muhammad Faishol Amin, “Akuitas Mata dalam Kriteria Visibilitas Hilal” (Tesis—UIN Walisongo, Semarang, 2018), 38-39 dikutip dari Louay J. Fatoohi, dkk, “The Babylonian First Visibility”, *Journal of the History of Astronomy*, Vol. 30 Part 1, No. 98, (Februari 1999), 60.

¹³ Ibid, 39.

¹⁴ Mutoha Arkanuddin, Muh. Ma’rufin Sudiby, “Kriteria Visibilitas Hilal Rukyatul Hilal Indonesia (RHI) (Konsp, Kriteria, dan Implementasi)”, Al-Marshad: *Jurnal Astronomi islam dan Ilmu-ilmu Berkaitan*, Vol. 1 No. 1, (2015), 35.

diperhitungkan dalam kriteria ini. Al Battani (859-929) memasukkan nilai azimuth dan jarak Bumi-Bulan dalam kriteria visibilitasnya. Sedangkan Ibnu Yunus menyatakan visibilitas hilal dengan mempertimbangkan ketebalan hilal, kecepatan orbit Bulan, serta menyertakan faktor meteorologi dan fisiologi.¹⁵

Al Biruni merumuskan visibilitas hilal sebagai fungsi α_D (selisih altitude Bulan dan Matahari) dan DAZ (delta azimuth / beda azimuth Bulan dan Matahari).¹⁶ Beliau juga mengembangkan sistem hisab *urfi* yang menetapkan umur Bulan secara pasti dalam satu tahun hijriah.

- **Kriteria modern**

Pada tahun 1910, Fotheringham seorang astronom Inggris memakai data hilal hasil pengamatan Schmidt untuk mengembangkan konsep visibilitas hilal. Ia menggunakan parameter Al Biruni serta menambahkan faktor azimuth dan ketinggian dalam kriteria visibilitas hilalnya. Selanjutnya pada tahun 1911, Maunder memperbaiki kriteria Fotheringham dengan menambahkan data rukyat dan melakukan koreksi terhadap data Schmidt. Kemudian terbentuk kriteria Fotheringham-Maunder

¹⁵ Nidhal Guessoum, Kiram Meziane, "Visibility of The Thin Lunar Crescent: The Sociology of an Astronomical Problem (A Case Study)", *Journal of Astronomy History and Heritage*, Vol. 4, No. 1, (Juni 2001), 3.

¹⁶ Mutoha Arkanuddin, Muh. Ma'ruhin Sudibyo, "Kriteria Visibilitas Hilal ...", 36.

yakni $ARCV^{17} \geq -0.01 Daz^2 - 0.05 Daz + 11$,¹⁸ atau seperti pada tabel berikut:

Tabel 2.1 Kriteria Fotherigham-Maunders¹⁹

DAZ	0°	5°	10°	15°	25°
ARCV	11	0.5	9.5	8	6

Kriteria tersebut dijadikan sebagai acuan untuk kriteria visibilitas hilal modern, meskipun tidak pernah direalisasikan dalam sebuah kalender hijriah. Kriteria Fotherigham-Maunders dapat diaplikasikan untuk kawasan yang lebih luas dan tidak terbatas pada lingkup lokal sebagaimana kriteria Babilonia.

Andre Danjon seorang astronom asal Prancis mengumpulkan 75 hasil pengukurannya untuk mengetahui pengaruh ARCL²⁰ terhadap panjang Bulan sabit. Danjon menyatakan bahwa apabila ARCL 7°, maka panjang sabitnya adalah 0, sehingga hilal tidak akan terlihat berapapun umur Bulan saat itu.²¹ Selanjutnya nilai ARCL $\geq 7^\circ$ disebut sebagai batas visibilitas Danjon atau Limit Danjon.

¹⁷ *Arc of Vision* atau beda ketinggian Bulan dan Matahari.

¹⁸ Muh. Ma'rufin Sudiby, "Observasi Hilal di Indonesia dan Signifikansinya dalam Pembentukan Kriteria Visibilitas Hilal", *Al-Ahkam: Jurnal Pemikiran Hukum Islam*, Vol. 24, No. 1, (April 2014), 15.

¹⁹ BD Yalop, "A Methode for Predicting The First Sighting of The New Crescent Moon", *NAO Techival Note*, No.69, (1997), 2 dikutip oleh Badrul Munir, "Faktor Atmosfer", 41.

²⁰ *Arc of Light* atau elongasi, yakni jarak antara Bulan dan Matahari.

²¹ Louay J. Fatoohi, dkk, "The Danjon Limit of First Visibility of The Lunar Crescent", *The Observatory*, Vol. 118, (April 1998), 68.

Pada tahun 1977, Bruin seorang astronom asal Beirut Lebanon merumuskan konsep visibilitas hilal dengan mempertimbangkan faktor kecerahan langit senja, iluminansi hilal, dan kontras yang dapat dilihat. Kriteria Bruin yakni $ARCV \geq 0.03 DAZ^2 + 0.14 DAZ + 10.136$,²² atau dapat dinyatakan pada tabel berikut:

Tabel 2.2 Kriteria Bruin²³

W	0.3°	0.5°	0.7°	1°	2°	3°
ARCV	10	8.4	7.5	6.4	4.7	4.3

Moh. Ilyas (pakar falak dari Malaysia) merevisi kriteria Bruin dengan mengubah nilai W ²⁴ dari 0.5° menjadi 0.25°. Dengan perubahan tersebut, maka nilai ARCL minimum pada kriteria Bruin akan sesuai dengan kriteria Fotheringham-Maunder, sehingga dapat diaplikasikan untuk kawasan yang lebih luas dan mencakup wilayah dengan lintang tinggi.²⁵ Kriteria tersebut selanjutnya dikenal sebagai Kriteria Komposit Ilyas.

B.D. Yallop seorang astronom Inggris pada tahun 1997 memanfaatkan 295 data observasi Bradley Schaefer untuk merevisi kriteria Bruin. Variabel W pada kriteria Yallop ini sudah

²² Muh. Ma'rufin Sudiby, "Observasi Hilal ...", 125.

²³ BD Yallop, "A Methode for Predicting ...", 2.

²⁴ Merupakan lebar hilal atau lebar cahaya pada hilal yang diukur dari jari-jari Bulan.

²⁵ Muh. Ma'rufin Sudiby, "Observasi Hilal ...", 126.

berdasarkan kondisi toposentrik. Adapun formulasi kriteria Yallop yaitu:²⁶

$$q = (\text{ARCV} - (11,8371 - 6,3226 W + 0,7319 W^2 - 0,1018 W^3))/10$$

Sedangkan Mohamad Syaikat Odeh mengembangkan kriteria Odeh yang merupakan perbaikan dari kriteria Yallop. Odeh memanfaatkan 737 data observasi yang terdiri dari: 294 data Bradley Schaefer, 6 data Jim Stamm, 15 data Mohsen Mirsaid, 42 data SAAO (*South African Astronomy Observatory*), 323 data ICOP (*International Crescent Observation*), dan 57 data Alireza Mehrani. Kriteria tersebut disusun berdasarkan kondisi toposentrik (variabel W dan ARCV) dan airless^{27,28} Adapun formulasi kriteria Odeh yaitu:²⁹

$$V = \text{ARCV} - (-0,1018W^3 + 0,7319 W^2 - 6,3226 W + 7,1651)$$

Adapun parameter q pada kriteria Yallop dan V pada kriteria Odeh merupakan visibilitas hilal saat *best time*. Kedua kriteria tersebut dapat mengelompokkan keterlihatan berdasarkan kondisi pengamat, yakni hilal yang dapat diamati dengan mata telanjang, dengan alat optik (kemungkinan terlihat juga dengan mata

²⁶ BD Yallop, "A Methode for Predicting ...", 5 dikutip oleh Badrul Munir, "Faktor Atmosfer ...", 47.

²⁷ Mengansumsikan bahwa kondisi atmosfer tidak ada atau diabaikan.

²⁸ Audah, "New Criterion for Lunar Crescent Visibility", *Experimental Astronomy*, Vol. 18, 2004, 43 dikutip oleh Muh. Ma'rufin Sudibyo, "Observasi Hilal ...", 125.

²⁹ Audah, "New Criterion for Lunar ...", 61 dikutip oleh Badrul Munir, "Faktor Atmosfer ...", 47.

telanjang), hanya terlihat dengan alat optik, dan hilal yang tidak terlihat.

- **Kriteria yang berlaku di Indonesia**

Kriteria visibilitas hilal yang berlaku di Indonesia ada bermacam-macam. NU sebagai salah satu ormas Islam terbesar di Indonesia menggunakan kriteria MABIMS yakni ketinggian hilal minimal 2° , elongasi minimal 3° , dan umur Bulan pasca konjungsi minimal 8 jam. Dalam kriteria terbarunya, MABIMS menggunakan ketinggian hilal minimal 3° dan elongasi minimal $6,4^\circ$.

Pada tahun 2000, Thomas Djamaluddin mengusulkan kriteria baru sebagai penyempurnaan terhadap kriteria MABIMS yang disebut sebagai kriteria LAPAN. Kriteria ini disusun berdasarkan laporan rukyatul hilal dari Kementerian Agama tahun 1967-1997. Adapun kriteria visibilitas yang dihasilkan yaitu: ketinggian hilal lebih dari 3° , elongasi lebih dari $6,4^\circ$, dan umur Bulan pasca konjungsi minimal 8 jam. Kriteria ini bersifat sementara karena perlu ditambahkan beberapa faktor seperti, pengaruh kontras hilal dan langit, gangguan pengamatan karena observasi tunggal, serta gangguan dari planet Merkurius dan Venus di ufuk barat.³⁰

³⁰ Thomas Djamaluddin, *Astonomi Memberi Solusi Penyatuan Umat*, (Jakarta: LAPAN, 2011), 19-20.

Lembaga Rukyatul Hilal Indonesia (RHI) mendefinisikan hilal merupakan Bulan pasca konjungsi dengan *lag time* antara 24-40 menit. Bulan pasca konjungsi dengan *lag* kurang dari 24 menit visibilitasnya berupa Bulan gelap dan tidak dapat dikatakan sebagai hilal. RHI menggunakan basis data sebanyak 174 data (107 visibilitas positif dan 67 visibilitas negatif) yang berasal dari observasinya pada tahun 2007-2009. Adapun kriterianya yaitu, ketinggian minimum 5° pada beda azimuth 7.5° hingga ketinggian maksimum 10.4° pada beda azimuth 0° yang dihitung dari ufuk hakiki saat Matahari terbenam di daerah dataran rendah (elevasi hingga 30 mdpl)³¹.

B. Visibilitas Hilal Kastner

1. Fungsi Visibilitas Hilal Berdasarkan Model Kecerlangan Kastner

Fungsi visibilitas hilal merupakan perbedaan antara iluminansi atau pencahayaan hilal yang tampak dengan kecerahan langit senja dan langit malam sebagai latar belakangnya. Sidney O. Kastner, seorang pakar fisika dan anggota *American Astronomical Society* membangun sebuah model perhitungan visibilitas untuk benda-benda langit di sekitar Matahari. Pemikiran tersebut dituangkan dalam papernya dengan judul "*Calculation of the Twilight Visibility Function Of Near*

³¹ Mutoha Arkanuddin, Muh. Ma'ruhin Sudibyo, "Kriteria Visibilitas Hilal ...", 40.

Sun-Object” yang terbit pada tahun 1976 dan dimuat oleh The Journal of the Royal Astronomical Society of Canada.

Fungsi visibilitas benda langit dimaksudkan untuk mengetahui apakah objek tersebut dapat diamati, baik dengan mata telanjang atau dengan bantuan alat optik seperti teleskop. Kastner membangun model fungsi visibilitas untuk objek-objek langit dekat Matahari seperti, komet, bintang, dan planet. Pada awalnya, Kastner melakukan perhitungan visibilitas terhadap komet Kohoutek dan Bennet sejak Matahari terbenam sampai kedua komet tersebut juga terbenam. Perhitungan matematis tersebut bertujuan untuk mengetahui perbedaan iluminansi pada komet dengan langit senja sebagai latar belakangnya.

Faktor-faktor yang disertakan oleh Kastner dalam membangun model fungsi visibilitasnya antara lain:³²

- a. *The brightness of the object as viewed beyond the earth's atmosphere* (kecerlangan objek di dalam dan di luar atmosfer Bumi).
- b. *The optical extinction by the earth's atmosphere as a function of the object's altitude* (ekstingsi optis atmosfer sebagai fungsi ketinggian/altitude objek).
- c. *The limiting night sky brightness* (kecerlangan langit malam yang terbatas).

³² Sidney O. Kastner, “Calculation of the Twilight Visibility Function of Near-Sun Objects”, *The Journal of the Royal Astronomical Society of Canada*, Vo. 7 No. 4, (1976), 154.

d. *The contours of background sky brightness during the twilight* (kecerlangan latar belakang langit senja, dinyatakan sebagai fungsi depresi Matahari).

Di antara keempat faktor tersebut, faktor kecerlangan langit senja merupakan yang paling sulit didapatkan. Setelah Matahari terbenam, langit senja tidak serta merta menjadi gelap. Langit masih cukup terang karena efek partikel-partikel atmosfer yang menghamburkan cahaya Matahari.

Terdapat dua pendekatan untuk mengetahui nilai kecerlangan langit senja terkait efek hamburan cahaya Matahari di atmosfer.³³ Pendekatan pertama dilakukan dengan pengukuran secara langsung menggunakan fotometer³⁴. Sedangkan pendekatan kedua dapat dilakukan dengan melakukan perhitungan formula matematis. Model kecerlangan Kastner terkait visibilitas ini menggunakan pendekatan kedua, yakni menggunakan sebuah formula matematis untuk memperoleh nilai fungsi visibilitas hilal yang menyertakan kecerlangan langit senja.

Perhitungan fungsi visibilitas dilakukan dengan *iterasi*³⁵ selama *lag time* agar tercipta sebuah kurva visibilitas. Puncak kurva visibilitas akan menunjukkan waktu yang paling optimal dalam pengamatan

³³ J. A. Utama, S. Siregar, "Usulan Kriteria Visibilitas Hilal di Indonesia dengan Model Kastner", *JPMI: Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, Vol. 9, (Juli, 2013), 199.

³⁴ Alat yang digunakan untuk mengukur intensitas atau kekuatan cahaya.

³⁵ Pengulangan perhitungan menggunakan model yang sama.

hilal.³⁶ Upaya pengoptimasian waktu tersebut dikenal sebagai konsep *best time* dalam model kecerlangan Kastner. Pada saat *best time* artinya terjadi kontras maksimum antara iluminansi Bulan serta kecerlangan langit senja dan langit malam sebagai latar belakangnya, sehingga hilal dapat terkesani dengan baik.

2. Perhitungan Fungsi Visibilitas Hilal Berdasarkan Model Kecerlangan

Kastner

Faktor-faktor yang disertakan dalam perhitungan fungsi visibilitas hilal berdasarkan model kecerlangan Kastner antara lain:

- Kecerlangan hilal di luar atmosfer Bumi (*Extra-atmospheric luminance of crescent*)

Rumus :

$$L^* = \frac{1}{A} \times 2,51^{(10-m_{vis})} \dots\dots\dots (1)$$

$$A = (0,5 \times \pi r^2) [1 + \cos(180^\circ - ARCL)] \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

L^* = kecerlangan hilal di luar atmosfer Bumi

A = luas permukaan sabit Bulan yang tampak

m_{vis} = magnitudo Bulan toposentris

ARCL = elongasi Bulan

³⁶ Khoeriyah Lutfiyah S, "Konsep Best Time dalam Visibilitas Hilal dengan Menggunakan Model Kastner", (Skripsi—Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, 2013), 7.

Hasil L^* dinyatakan dengan satuan “*tenth-magnitude stars per square degree* / sepuluh bintang magnitud per derajat persegi) serta dilambangkan dengan S_{10} .³⁷ Dalam perhitungan di *Microsoft Excel*, penulis melambangkannya dengan $L_{\text{moon_extra}}$.

- Kecerlangan hilal di dalam atmosfer Bumi (*Crescent luminance in the atmosphere (seeing topocentric)*)

Rumus :

$$L_c = L^* e^{-kX} \dots\dots\dots (3)$$

$$X = \frac{1}{\cos z + 0.025e^{-11 \cos z}} \dots\dots\dots (4)$$

$$\cos z = \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cos (S - \alpha) \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan :

L_c = kecerlangan hilal di dalam atmosfer

(menurut pengamat di permukaan Bumi)

k = koefisien ekstingsi (0.19)

X = massa udara (jalur cahaya yang diukur sepanjang zenith menuju sumber pencahayaan)

z = jarak zenith (besarnya sudut hilal terhadap ufuk/horizon)

ϕ = lintang tempat

δ = deklinasi Bulan

α = asensiorekta Bulan

³⁷ Mayo Rizky Satria, “Pengaruh Kecerlangan Langit Terhadap Visibilitas Hilal” (Skripsi—UIN Walisongo, Semarang, 2018, 34.

S = waktu sideris

Koefisien ekstingsi atau nilai serapan atmosfer merupakan gangguan pada radiasi cahaya yang terpancar dari sebuah objek langit saat melewati atmosfer.³⁸ Nilai koefisien ekstingsi bermacam-macam, ada yang 0.18, 0.19, 0.20, 0.5, dan 0.8. Semakin besar nilai k menandakan kondisi atmosfer yang semakin kotor. Nilai 0.2 dianggap kondisi atmosfer bersih, 0.5 kondisi atmosfer moderat, dan nilai 0.8 kondisi atmosfer terpolusi. Penulis akan mengadopsi nilai $k = 0.19$ (bersesuaian dengan panjang gelombang puncak kepekaan mata manusia yakni 5500 \AA , dimana $\text{\AA} = 10^{-10} \text{ m}$) dengan asumsi bahwa kondisi atmosfer bersih pada saat pengamatan. Dalam perhitungan di *Microsoft Excel*, penulis melambangkannya dengan $L_{\text{moon_ground}}$.

- Kecerlangan langit senja (*Sky brightness during twilight*)

Rumus :

$$L_s = 290 [10 \log L + 2.5] \dots\dots\dots (6)$$

$$\log L = - (7.5 \times 10^{-5} z + 5.05 \times 10^{-3}) \theta + 3.67 \times 10^{-4} z - 0.458) h + 9.17 \times 10^{-8} z + 3.525 \quad (\theta \leq \theta_0) \dots\dots\dots (7)$$

$$\log L = -0.0010 \theta + (1.12 \times 10^{-3} z - 0.470)h - 4.17 \times 10^{-3} z + 3.225 \quad (\theta > \theta_0) \dots\dots\dots (8)$$

$$\theta_0 = - (4.12 \times 10^{-2} z + 0.582) h + 0.417 z + 97.5 \dots\dots\dots (9)$$

³⁸ Ibid., 35.

Keterangan:

L_s = kecerlangan langit selama senja

z = jarak zenith

h = sudut depresi matahari

θ_0 = sudut transisi

θ = beda azimuth Bulan dan Matahari

L_s merupakan nilai kecerlangan langit selama senja berlangsung yang dimulai ketika piringan atas matahari tenggelam dan langit masih tampak terang sampai ketika langit gelap atau cahaya *syafaq* hilang. Langkah yang pertama adalah menghitung sudut transisi. Jika nilai sudut transisi lebih besar atau sama dengan beda azimuth, maka menggunakan log L yang atas. Sedangkan jika nilai sudut transisi lebih kecil dari beda azimuth, maka menggunakan log L yang bawah.

Sudut depresi Matahari yang dilambangkan dengan h merupakan ketinggian Matahari di bawah ufuk. Nilainya diambil dari nilai altitude geosentris Bumi yang dipositifkan. Dalam perhitungan di *Microsoft Excel*, penulis melambangkannya dengan L_s .

- Kecerlangan langit malam (*Night sky luminance*)

Rumus :

$$L_a = 290 + 105e^{-(90 - z)^2 / 1600} \dots\dots\dots (10)$$

Keterangan :

L_a = kontribusi kecerlangan langit malam

z = jarak zenith

Iluminansi atau pencahayaan pada langit malam dengan $z = 0^\circ$ dan 75° adalah 290 dan 380 yang dinyatakan dalam S_{10} . Nilai iluminansi langit malam untuk jarak zenit yang lebih besar dari 80° disamaratakan dengan alasan bahwa secara optik atmosfer menjadi semakin tebal pada sudut tersebut.³⁹ Dalam perhitungan di *Microsoft Excel*, penulis melambangkannya dengan L_a .

▪ Fungsi visibilitas (*Visibility function*)

Rumus :

$$R = \frac{L_c}{L_s + L_a} \dots\dots\dots (11)$$

$$\Delta m = 2.5 \log R \dots\dots\dots (12)$$

Keterangan :

R = rasio antara iluminansi hilal dengan kecerlangan langit senja dan langit malam

Δm = fungsi visibilitas hilal

R menunjukkan hasil perbandingan antara iluminansi pada hilal dengan kecerlangan langit senja dan langit malam sebagai latar belakangnya. Kemudian dari nilai Δm akan diketahui visibilitas hilalnya. Apabila bernilai positif, maka hilal dapat diamat dengan mata telanjang (dengan catatan bahwa faktor cuaca dan faktor pendukung lainnya terpenuhi). Jika nilainya negatif, maka hilal tidak dapat

³⁹ Ibid., 37-38.

diamati dengan mata telanjang. Untuk dapat mengamatinya harus menggunakan bantuan alat optik, seperti teleskop.

C. Curah Hujan di Indonesia

Hujan adalah salah satu bentuk dari endapan atau presipitasi selain salju, batu es hujan, dan gerimis.⁴⁰ Presipitasi dalam ilmu meteorologi diartikan sebagai segala macam jenis air yang jatuh dari langit ke Bumi sebagai bagian dari cuaca. Presipitasi sebagai bagian terbesar dalam siklus hidrologi, berperan penting bagi ketersediaan air bersih di Bumi.⁴¹ Di Indonesia, hujan merupakan bentuk endapan yang paling sering dijumpai, sehingga istilah curah hujan digunakan untuk menyebut endapan itu sendiri.

Curah hujan merupakan jumlah air hujan yang turun pada suatu daerah di permukaan Bumi dalam kurun waktu tertentu. Air hujan yang dapat diukur sebagai curah hujan merupakan air yang terkumpul di tempat datar, tidak mengalir, tidak meresap, dan tidak menguap.⁴² Adapun satuan yang sering digunakan adalah mm/hari. Curah hujan berjumlah 1 mm artinya ketinggian air hujan di permukaan tanah yang tidak meresap dan tidak menguap ke atmosfer adalah setebal 1 mm.

⁴⁰ Bayong Tjasyono, *Klimotologi*, (Bandung: ITB, 2004), 17.

⁴¹ Anis Dyah Rufaida, *Mengenal Cuaca dan Iklim*, (Klaten: Cempaka Putih, 2018), 33.

⁴² Afriyah Ulfah, Widada Sulistya, "Penentuan Kriteria Awal Musim Alternatif di Wilayah Jawa Timur", *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, Vol. 16, No. 3, (2015), 146.

Pencatatan serta pemantauan curah hujan dilakukan pada durasi waktu tertentu. Curah hujan dapat diukur pada skala harian, bulanan, dan tahunan. Adapun alat yang digunakan untuk mengukur intensitas curah hujan disebut penakar hujan (*rain gauge*).

Curah hujan merupakan salah satu unsur dalam cuaca, musim, dan iklim. Cuaca merupakan kondisi atmosfer pada waktu dan tempat tertentu. Sedangkan iklim merupakan rerata cuaca pada jangka waktu yang lama dan tempat yang luas. Perbedaan antara cuaca dan iklim terletak pada jangka waktu dan tempatnya. Kalau cuaca hanya mencakup wilayah yang sempit dan kurun waktu singkat (bisa berubah-ubah dalam 24 jam), iklim mencakup wilayah yang luas dan biasanya dihitung dalam kurun waktu 30 tahun. Sedangkan musim memiliki jangka waktu yang lebih lama dari cuaca dan lebih pendek dari iklim, memiliki pembagian utama dalam satu tahun, serta biasanya diobservasi dalam hitungan bulan.⁴³

Cuaca dan iklim memiliki unsur-unsur yang sama, yakni: suhu udara, kelembaban udara, angin, curah hujan, tekanan udara, dan keawanan. Sehingga pengukuran intensitas curah hujan sangat berguna bagi kepentingan ilmu meteorologi dan klimatologi, baik dalam ilmu murni maupun terapannya. Data curah hujan bulanan dapat digunakan untuk mengetahui sifat-sifat khas dari ciri klimatologis suatu daerah.⁴⁴

⁴³ Budi Susilo, *Mengenal Cuaca & Iklim di Indonesia*, (Yogyakarta: DIVA Press, 2021), 24-25.

⁴⁴ Suryatna Rafi'i, *Meteorologi dan Klimatologi*, (Bandung: Angkasa, 2010), 148.

Setiap wilayah memiliki intensitas curah hujan yang berbeda-beda. Perbedaan tersebut dipengaruhi beberapa faktor yaitu topografi (bentuk medan suatu daerah), arah angin yang sejajar dengan garis pantai, arah lereng suatu medan, serta jarak pergerakan angin di atas medan datar.⁴⁵

Derajat hujan dapat ditentukan oleh intensitasnya yang berupa banyaknya endapan dengan durasi tertentu dalam serta dinyatakan dalam satuan mm. Berikut ini 3 pembagian derajat hujan:⁴⁶

Tabel 2.3 Derajat dan intensitas hujan (menit)

Derajat Hujan	Intensitas Hujan (mm/menit)	Ciri Lingkungan
Hujan sangat lemah	< 0.02	Tanah sedikit terbasahi
Hujan lemah	0.02 – 0.05	Tanah sudah basah semua, namun belum dapat dibuat bola
Hujan normal	0.05 – 0.25	Curahan hujan mulai terdengar dan tanah basah sudah dapat dibuat bola
Hujan deras	0.25 – 1.00	Air tergenang di permukaan tanah, bunyi hujan terdengar dari genangan
Hujan sangat deras	> 1.00	Air hujan seperti ditumpahkan, saluran air meluap

Tabel 2.4 Derajat dan intensitas hujan/jam dan /hari

Derajat Hujan	Intensitas Endapan Hujan (mm)	
	Per 1 jam	Per 24 jam
Hujan sangat ringan	< 1	< 5
Hujan ringan	1 – 5	5 – 20
Hujan normal	5 - 10	20 – 50
Hujan deras	10 – 20	50 – 100
Hujan sangat deras	> 20	> 100

⁴⁵ Anis Dyah Rufaida, *Mengenal Cuaca ...*, 33.

⁴⁶ Suryatna Rafi'i, *Meteorologi ...*, 150-151.

Tabel 2.5 Kecepatan jatuhnya, ukuran, dan besar butiran hujan

Derajat Hujan	Diameter bola (mm)	Massa (mg)	Kecepatan jatuh (m/detik)
Hujan gerimis	0.15	0.0024	0.5
Hujan halus	0.5	0.065	2.1
Hujan normal lemah	1	0.52	4.0
Hujan normal deras	2	4.2	6.5
Hujan sangat deras	3	14	> 8.1

BMKG merupakan Lembaga Pemerintah Non Departemen yang bertugas di bidang meteorologi, klimatologi, kualitas udara, dan geofisika. Dalam pokok fungsinya butir 9 disebutkan bahwa BMKG bertugas dalam pelaksanaan pengkajian, penelitian, dan pengembangan di bidang meteorologi, klimatologi, kualitas udara, dan geofisika. Salah satu implementasi lapangan dari fungsi tersebut adalah adanya pengamatan curah hujan di Indonesia. Kaitannya dengan tugas tersebut, BMKG menyediakan *database* online yang dapat diakses oleh masyarakat sebagai berikut:⁴⁷

- Monitoring iklim (informasi hari tanpa hujan, informasi suhu muka laut, informasi indeks ENSO, informasi indeks DM, buletin iklim).
- Analisis iklim (informasi hujan bulanan, dinamika atmosfer, indeks presipitasi terstandarisasi, air tersedia bagi tanaman).
- Prakiraan iklim (prakiraan hujan bulanan, prakiraan hujan dasarian, prakiraan musim, potensi banjir bulanan, potensi banjir dasarian atau *staciatin*).

⁴⁷ Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, "Data Online Pusat Database-BMKG", <https://www.bmkg.go.id/?lang=ID>, diakses pada 14 Maret 2022 pukul 06.20 WIB.

- Perubahan iklim (tren curah hujan, tren suhu, perubahan normal hujan, ekstrem perubahan iklim, proyeksi perubahan iklim).



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB III

FUNGSI VISIBILITAS HILAL BERDASARKAN MODEL KECERLANGAN KASTNER DAN CURAH HUJAN DI PASURUAN TAHUN 2019-2021

A. Fungsi Visibilitas Hilal Berdasarkan Model Kecerlangan Kastner

1. Perhitungan Fungsi Visibilitas Hilal di Pasuruan Tahun 2019-2021

Fungsi visibilitas hilal berdasarkan model kecerlangan Kastner dinyatakan dengan lambang Δm . Apabila Δm bernilai positif, maka hilal dapat diamati dengan mata telanjang (dengan catatan jika cuaca dan faktor lainnya mendukung). Sebaliknya, jika Δm bernilai negatif, maka hilal tidak dapat diamati dengan mata telanjang (namun bisa dengan bantuan alat optik, seperti teleskop dan teodolit).

Perhitungan fungsi visibilitas ini menggunakan instrumen *Microsoft Excel*. Perhitungan dilakukan pada tanggal 29 setiap bulan kamariah sepanjang tahun 2019-2021. Data astronomis diambil dari data astronomis Jean Meuss. Perhitungan visibilitas dilakukan setiap menit sejak Matahari terbenam sampai Bulan terbenam. Pada akhirnya, data yang digunakan dalam penelitian adalah ketika *best time* atau saat kecerlangan Bulan dengan kecerlangan langit senja dan langit malam mengalami kontras maksimum. Pada saat *best time* hilal dapat terkesani paling baik dibanding sebelum atau sesudahnya. Untuk mendapatkan *best time* menggunakan rumus sebagai berikut:¹

¹ Khoer iyah Lutfiyah S, “Konsep Best Time dalam Visibilitas Hilal dengan Menggunakan Model Kastner”, (Skripsi—Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, 2013), 24.

$$T_{best} = T_{sunset} + (24/25 \times lag - 41/4) \dots\dots\dots (13)$$

Pada penelitian ini, penulis membagi visibilitas hilal menjadi dua kategori, yakni hilal terlihat dan tidak terlihat. Pengkategorian ini dimaksudkan agar data berbentuk nominal atau kategorik. Karena karakter data penelitian akan menentukan jenis metode analisis korelasi yang dapat digunakan.

Hasil Δm akan menentukan pengkategorian hilal terlihat dan tidak terlihat. Apabila Δm menunjukkan hasil positif, artinya hilal dapat terlihat. Sebagaimana telah penulis uraikan di atas, bahwa hilal dapat terlihat maksudnya adalah yang dapat diamati dengan mata telanjang. Sedangkan apabila Δm bernilai negatif, maka penulis akan mengkategorikannya sebagai hilal tidak terlihat.

Visibilitas hilal yang tidak dapat ditentukan *best time*-nya juga akan dimasukkan dalam kategori hilal tidak terlihat. Yang dimaksud tidak terdapat *best time* disini adalah hasil perhitungan menunjukkan bahwa *best time* terjadi beberapa menit sebelum Matahari terbenam.

Pada beberapa kondisi di tahun 2021, Bulan terbenam lebih dahulu daripada Matahari, maka secara otomatis hilal tidak dapat teramati. Sehingga dikategorikan sebagai hilal tidak terlihat.

Berikut ini data fungsi visibilitas hilal dengan lokasi di LAPAN/BRIN Watukosek Pasuruan pada tahun 2019-2021:

Tabel 3.1 Visibilitas hilal tahun 2019

Bulan Masehi	Awal Bulan Kamariah	Lag Time	Ls (S10, naked eye, Calibrated)	L Moon Extra	L Moon Ground (S10)	La (S10)	R (naked eye)	Δm (naked eye)
Januari	Jumadil Ula 1440 H	18 menit	348526103	2540047898.25	49915111.26	395.20	0.14321755	-2.1100
Februari	Jumadil Akhir 1440 H	29 menit	27648457.52	1275563027	27867358.97	395.22	1.007902904	0.0085
Maret	Rajab 1440 H	1 menit						
April	Sya'ban 1440 H	14 menit	806805863.5	1766886446	38426326.65	395.22	0.0476277	-3.3054
Mei	Ramadhan 1440 H	30 menit	22103166.43	1024179430	28390931.05	395.28	1.284450507	0.2718
Juni	Syawal 1440 H	4 menit						
Juli	Dzulqo'dah 1440 H	39 menit	4042461.155	737271461.6	15366204.75	395.21	3.800828759	1.4497
Agustus	Dzulhijjah 1440 H	20 menit	215301309	1753573592	33911108.93	395.20	0.157505065	-2.0068
Agustus	Muharram 1441 H	3 menit						
September	Safar 1441 H	44 menit	709975.3258	481320733.2	23633141.06	395.51	33.268738	3.8051
Oktober	Rabiul Awal 1441 H	20 menit	169869033.4	1230211265	22750681.47	395.19	0.133930406	-2.1828
November	Rabiul Akhir 1441 H	11 menit	200056142	2486500198	485.4073138	395.07	2.42635E-06	-14.0376
Desember	Jumadil Ula 1441 H	13 menit	3056822082	17114451124	297636829.2	395.18	0.097368045	-2.5290

Tabel 3.2 Visibilitas hilal tahun 2020

Bulan Masehi	Awal Bulan Kamariah	Lag Time	(S10, Mata Telanjang, Calibrate	L Moon Extra	L Moon Ground (S10)	La (S10)	R (naked eye)	Δm (naked eye)
Januari	Jumadil Akhir 1441 H	31 menit	24124468.85	1158909249	29038106.39	395.26	1.203658858	0.2013
Februari	Rajab 1441 H	0 menit						
Maret	Sya'ban 1441 H	12 menit	1193369817	1841494934	49983454.96	395.28	0.041884282	-3.4449
April	Ramadhan 1441 H	22 menit	122494087	1704894372	36970868.22	395.22	0.301816601	-1.3006
Mei	Syawal 1441 H	36 menit	7100817.141	914035976.7	22323306.15	395.25	3.14359083	1.2436
Juni	Dzulqo'dah 1441 H	6 menit						
Juli	Dzulhijjah 1441 H	42 menit	1670633.76	660206730.5	14591516.02	395.23	8.732054412	2.3528
Agustus	Muharram 1442 H	22 menit	101552680	1124237989	24098683.89	395.22	0.23730137	-1.5617
September	Safar 1442 H	4 menit						
Oktober	Rabiul Awal 1442 H	40 menit	2336.297833	6389765.744	177686.8563	395.28	65.04907545	4.5331
November	Rabiul Akhir 1442 H	14 menit	763422007.7	2770284291	56645609.97	395.21	0.074199565	-2.8240
Desember	Jumadil Ula 1442 H	15 menit	230372355.5	1.73772E+11	1.24765E-31	395.26	5.41577E-40	-98.1658

Tabel 3.3 Visibilitas hilal tahun 2021

Bulan Masehi	Awal Bulan Kamariah	Lag Time	(S10, Mata Telanjang, Calibrate	L Moon Extra	L Moon Ground (S10)	La (S10)	R (naked eye)	Δm (naked eye)
Januari	Jumadil Akhir 1442 H	19 menit	298797584.9	2106622386	33734329.02	395.16	0.112900124	-2.3683
Februari	Rajab 1442 H	40 menit	2415604.664	741238534.8	20770903.08	395.29	8.597228274	2.3359
Maret	Sya'ban 1442 H	11 menit	2073586022	1890280416	42693718.56	395.23	0.020589312	-4.2159
April	Ramadhan 1442 H	20 menit	222312969.9	1932096586	63131935.8	395.33	0.28397724	-1.3668
Mei	Syawal 1442 H	30 menit	25767251.91	1183233939	30823622.15	395.27	1.196214072	0.1945
Juni	Dzulqo'dah 1442 H		bulan terbenam lebih dulu					
Juli	Dzulhijjah 1442 H	20 menit	244396301.5	1555426992	33906832.97	395.22	0.138736871	-2.1445
Agustus	Muharram 1443 H		bulan terbenam lebih dulu					
September	Safar 1443 H	26 menit	46996736.16	1008812981	26301808.65	395.27	0.559647107	-0.6302
Oktober	Rabiul Awal 1443 H	2 menit						
November	Rabiul Akhir 1443 H	35 menit	869034155	884957428.7	174014412	397.62	0.200238772	-1.7461
Desember	Jumadil Ula 1443 H	7 menit						

Keterangan:

- *Lag time* : interval waktu antara terbenamnya Matahari dengan terbenamnya Bulan atau lama hilal di atas ufuk
- L_s (S10, mata telanjang, calibrated) : kecerlangan langit senja (**L_s**)
- L_{Moon_Extra} : kecerlangan Bulan di luar atmosfer Bumi (**L^***)
- $L_{Moon\ Ground}$ (S10) : kecerlangan Bulan di dalam atmosfer Bumi (**L_c**)
- L_s (S10) : kecerlangan langit malam (**L_a**)
- R : rasio antara iluminansi hilal dengan kecerlangan langit senja dan langit malam
- Δm : fungsi visibilitas hilal saat *best time*

Terdapat 37 data fungsi visibilitas hilal dari tabel di atas. Masing-masing pada tahun 2019 terdapat 13 data, tahun 2020 terdapat 12 data, dan tahun 2021 terdapat 12 data. Tahun 2019 terdapat 13 data karena pada bulan Agustus terjadi dua kali awal bulan kamariah.

Selain berdasarkan parameter di atas, visibilitas hilal juga dapat dianalisis berdasarkan posisi hilalnya. Parameter yang dapat digunakan yaitu tinggi hilal, beda azimuth, serta elongasi. Ketiga parameter posisi hilal tersebut bersifat lokal. Artinya bahwa nilai dari parameter posisi tersebut berbeda-beda tergantung pada lokasi pengamat di atas permukaan Bumi.

Kasus hilal berdasarkan posisinya dapat dikategorikan menjadi 4 zona. Adapun pembagian kategori tersebut antara lain:²

a. Zona 1 (zona hilal negatif)

Tinggi Bulan pada zona ini adalah negatif atau hilal masih berada di bawah ufuk, sehingga tidak mungkin dapat diamati.

b. Zona 2 (zona hilal positif di bawah kriteria MABIMS)

Pada zona ini hilal sudah “wujud”, sehingga menurut kriteria *Wujudul Hilal* Muhammadiyah keesokan harinya sudah memasuki bulan baru. Namun menurut kriteria MABIMS, hilal pada zona ini belum memenuhi kriteria. Posisi hilal pada zona ini belum mencapai ketinggian 2° dan elongasi 3° .

c. Zona 3 (zona hilal positif di atas kriteria MABIMS dan di bawah kriteria Odeh)

Posisi hilal pada zona ini sudah memenuhi kriteria *Wujudul Hilal* dan MABIMS, namun masih di bawah kriteria Odeh. Hilal pada posisi ini masih sulit diamati secara visual, sehingga memungkinkan terjadinya perbedaan awal bulan bagi para penganut rukyatul hilal.

d. Zona 4 (zona hilal positif di atas kriteria Odeh)

² Novi Sopwan, Moedji Raharto, “Karakteristik Parameter Posisi Hilal Elongasi dan Tinggi Bulan Saat Matahari Terbenam di Pelabuhan Ratu Jawa Barat”, *Pros. Seminar Pend. IPA Pascasarjana UM*, Vol. 2, (2017), 54-55.

Hilal pada posisi ini sudah memenuhi kriteria Odeh, yakni ketinggian minimal 3° dan elongasi minimal $6,4^\circ$. Hilal pada posisi ini sudah dapat diamati menggunakan bantuan teleskop.

2. Data Fungsi Visibilitas Hilal dan Pengkategorianya

Berikut ini rincian data fungsi visibilitas hilal berdasarkan kategorinya:

Tabel 3.4 Pengkategorian data visibilitas hilal

Tahun	Awal Bulan	Tanggal	Visibilitas Hilal	Kategori
2019	Jumadil Ula 1440 H	6 Januari	-2.110	Tidak terlihat
	Jumadil Akhir 1440 H	5 Febrauri	0.009	Terlihat
	Rajab 1440 H	6 Maret	0.000	Tidak terlihat
	Sya'ban 1440 H	5-Apr	-3.305	Tidak terlihat
	Ramadhan 1440 H	5 Mei	0.272	Terlihat
	Syawal 1440 H	3 Juni	0.000	Tidak terlihat
	Dzulqo'dah 1440 H	3 Juli	1.450	Terlihat
	Dzulhijjah 1440 H	1 Agustus	-2.007	Tidak terlihat
	Muharram 1441 H	30 Agustus	0.000	Tidak terlihat
	Safar 1441 H	29-Sep	3.805	Terlihat
	Rabiul Awal 1441 H	28 Oktober	-2.183	Tidak terlihat
	Rabiul Akhir 1441 H	26-Nov	-14.038	Tidak terlihat
2020	Jumadil Ula 1441 H	26 Desember	-2.529	Tidak terlihat
	Jumadil Akhir 1441 H	25 Januari	0.201	Terlihat
	Rajab 1441 H	23 Februari	0.000	Tidak terlihat
	Sya'ban 1441 H	24 Maret	-3.445	Tidak terlihat
	Ramadhan 1441 H	23-Apr	-1.301	Tidak terlihat
	Syawal 1441 H	23 Mei	1.244	Terlihat
	Dzulqo'dah 1441 H	21 Juni	0.000	Tidak terlihat
	Dzulhijjah 1441 H	21 Juli	2.353	Terlihat
	Muharram 1442 H	19 Agustus	-1.562	Tidak terlihat
	Safar 1442 H	17-Sep	0.000	Tidak terlihat
	Rabiul Awal 1442 H	17 Oktober	4.533	Terlihat
	Rabiul Akhir 1442 H	15-Nov	-2.824	Tidak terlihat
2021	Jumadil Ula 1442 H	14 Desember	-98.166	Tidak terlihat
	Jumadil Akhir 1442 H	13 Januari	-2.368	Tidak terlihat
	Rajab 1442 H	12 Februari	2.336	Terlihat

	Sya'ban 1442 H	13 Maret	-4.216	Tidak terlihat
	Ramadhan 1442 H	12-Apr	-1.367	Tidak terlihat
	Syawal 1442 H	12 Mei	0.195	Terlihat
	Dzulqo'dah 1442 H	10 Juni	0.000	Tidak terlihat
	Dzulhijjah 1442 H	10 Juli	-2.145	Tidak terlihat
	Muharram 1443 H	8 Agustus	0.000	Tidak terlihat
	Safar 1443 H	7-Sep	-0.630	Tidak terlihat
	Rabiul Awal 1443 H	6 Oktober	0.000	Tidak terlihat
	Rabiul Akhir 1443 H	5-Nov	-1.746	Tidak terlihat
	Jumadil Ula 1443 H	4 Desember	0.000	Tidak terlihat

Ket: Visibilitas hilal yang tidak terdapat *best time*-nya, penulis menuliskannya dengan angka nol dan mengkategorikannya dalam visibilitas hilal tidak terlihat.

Adapun data posisi hilal berdasarkan parameter tinggi Bulan, beda azimuth, dan elongasi antara lain:

Tabel 3.5 Pengkategorian data visibilitas hilal berdasarkan parameter posisi hilal

Tanggal	Tinggi Hilal	Beda Azimuth	Elongasi	Delta m	Visibilitas Hilal	Kategori
6 Januari	1.746	1.750	3.851	-2.110	Tidak terlihat	Zona 2
5 Februari	1.841	0.764	6.178	0.009	Terlihat	Zona 2
6 Maret				0.000	Tidak terlihat	Zona 1
5-Apr	1.837	3.890	4.682	-3.305	Tidak terlihat	Zona 2
5 Mei	2.074	1.578	6.745	0.272	Terlihat	Zona 3
3 Juni				0.000	Tidak terlihat	Zona 1
3 Juli	1.798	0.333	8.067	1.450	Terlihat	Zona 2
1 Agustus	1.732	1.657	4.247	-2.007	Tidak terlihat	Zona 2
30 Agustus				0.000	Tidak terlihat	Zona 1
29-Sep	2.771	2.269	10.936	3.805	Terlihat	Zona 3
28 Oktober	1.693	3.606	5.432	-2.183	Tidak terlihat	Zona 2
26-Nov	-1.046	3.318	3.560	-14.038	Tidak terlihat	Zona 1
26 Desember	1.641	0.614	1.303	-2.529	Tidak terlihat	Zona 2
25 Januari	1.972	0.062	6.413	0.201	Terlihat	Zona 2
23 Februari				0.000	Tidak terlihat	Zona 1
24 Maret	2.053	4.015	4.683	-3.445	Tidak terlihat	Zona 3
23-Apr	1.835	1.939	4.969	-1.301	Tidak terlihat	Zona 2
23 Mei	1.947	0.811	7.657	1.244	Terlihat	Zona 2
21 Juni				0.000	Tidak terlihat	Zona 1
21 Juli	1.852	2.257	9.239	2.353	Terlihat	Zona 2
19 Agustus	1.824	3.449	5.842	-1.562	Tidak terlihat	Zona 2

17-Sep				0.000	Tidak terlihat	Zona 1
17 Oktober	2.078	257.327	257.484	4.533	Terlihat	Zona 3
15-Nov	1.781	1.735	3.181	-2.824	Tidak terlihat	Zona 2
14 Desember	-1.985	0.207	0.397	-98.166	Tidak terlihat	Zona 1
13 Januari	1.574	1.949	3.935	-2.368	Tidak terlihat	Zona 2
12 Februari	2.086	0.341	8.863	2.336	Terlihat	Zona 3
13 Maret	1.872	4.164	4.486	-4.216	Tidak terlihat	Zona 2
12-Apr	2.253	1.387	4.597	-1.367	Tidak terlihat	Zona 3
12 Mei	2.011	1.569	6.533	0.195	Terlihat	Zona 3
10 Juni				0.000	Tidak terlihat	Zona 1
10 Juli	1.835	3.469	5.171	-2.145	Tidak terlihat	Zona 2
8 Agustus				0.000	Tidak terlihat	Zona 1
7-Sep	2.012	3.272	6.559	-0.630	Tidak terlihat	Zona 3
6 Oktober				0.000	Tidak terlihat	Zona 1
5-Nov	6.276	0.289	6.876	-1.746	Tidak terlihat	Zona 4
4 Desember				0.000	Tidak terlihat	Zona 1

B. Curah Hujan di Pasuruan

1. Teknik Pengambilan Data Pengamatan Curah Hujan BMKG

Variabel kedua yang penulis gunakan adalah curah hujan. Dalam penelitian ini, curah hujan merupakan variabel yang akan diamati pengaruhnya terhadap visibilitas hilal. Curah hujan ini terdiri dari 36 data yang diambil dari tahun 2019-2021 dan pada masing-masing tahun terdapat 12 data.

Data curah hujan harian (RR) yang digunakan merupakan hasil pengamatan BMKG. Penulis memperoleh data curah hujan tersebut dari website BMKG. Data yang diambil merupakan hasil pengamatan yang berlokasi di Pasuruan pada tahun 2019-2021.

Penulis membagi data curah hujan menjadi lima kategori. Sebagaimana data visibilitas hilal di atas, pengkategorian ini bertujuan

agar data berbentuk nominal. Karena karakter data penelitian akan menentukan jenis metode analisis korelasi yang dapat digunakan. Kategori data yang digunakan yaitu intensitas hujan yang diukur perhari (24 jam). Adapun kategori tersebut antara lain:

Tabel 3.6 Kategori data curah hujan harian³

Derajat Hujan	Intensitas Endapan Hujan (mm)	
	Per 1 jam	Per 24 jam
Hujan sangat ringan	< 1	< 5
Hujan ringan	1 – 5	5 – 20
Hujan normal	5 - 10	20 – 50
Hujan deras	10 – 20	50 – 100
Hujan sangat deras	> 20	> 100

Data yang digunakan diambil dari curah hujan harian pada tanggal 29 kamariah pada setiap bulannya. Apabila pada tanggal tersebut tidak dilakukan penelitian, maka penulis akan menggunakan data rata-rata curah hujan harian terdekat dari tanggal 29 itu. Sebagai contohnya, apabila tanggal 29 Sya'ban 1441 H bertepatan dengan 23 April 2019 dan pada hari tersebut tidak dilakukan penelitian. Maka penulis akan menggunakan data rata-rata curah hujan dua hari sebelum dan sesudahnya, yakni dari tanggal 22 dan 24 April. Hal ini dilakukan dengan asumsi bahwa curah hujan harian relatif tetap pada hari-hari yang berdekatan.

³ Suryatna Rafi'i, *Meteorologi dan Klimatologi*, (Bandung: Angkasa, 2010), 151.

2. Data Pengamatan Curah Hujan dan Pengkategorianya

Berikut ini data curah hujan harian di Pasuruan tahun 2019-2021 dan pembagiannya menjadi lima kategori curah hujan:

Tabel 3.7 Data curah hujan di Pasuruan tahun 2019-2021

Tahun	Awal Bulan	Tanggal	Curah Hujan (RR)	Kategori
2019	Jumadil Ula 1440 H	6 Januari	16.35	Hujan ringan
	Jumadil Akhir 1440 H	5 Febrauri	119.90	Hujan sangat lebat
	Rajab 1440 H	6 Maret	42.95	Hujan normal
	Sya'ban 1440 H	5 April	25.50	Hujan normal
	Ramadhan 1440 H	5 Mei	61.00	Hujan lebat
	Syawal 1440 H	3 Juni	12.10	Hujan ringan
	Dzulqo'dah 1440 H	3 Juli	7.60	Hujan ringan
	Dzulhijjah 1440 H	1 Agustus	1.60	Hujan sangat ringan
	Muharram 1441 H	30 Agustus	5.00	Hujan ringan
	Safar 1441 H	29 September	1.00	Hujan sangat ringan
	Rabiul Awal 1441 H	28 Oktober	6.00	Hujan ringan
	Rabiul Akhir 1441 H	26 November	35.00	Hujan normal
	Jumadil Ula 1441 H	26 Desember	30.00	Hujan normal
	2020	Jumadil Akhir 1441 H	25 Januari	11.40
Rajab 1441 H		23 Februari	9.15	Hujan ringan
Sya'ban 1441 H		24 Maret	10.20	Hujan ringan
Ramadhan 1441 H		23-Apr	11.90	Hujan ringan
Syawal 1441 H		23 Mei	2.30	Hujan sangat ringan
Dzulqo'dah 1441 H		21 Juni	13.40	Hujan ringan
Dzulhijjah 1441 H		21 Juli	18.45	Hujan ringan
Muharram 1442 H		19 Agustus	0.40	Hujan sangat ringan
Safar 1442 H		17 September	29.50	Hujan normal
Rabiul Awal 1442 H		17 Oktober	29.50	Hujan normal
Rabiul Akhir 1442 H		15 November	444.60	Hujan sangat lebat
Jumadil Ula 1442 H		14 Desember	41.30	Hujan normal
2021	Jumadil Akhir 1442 H	13 Januari	25.40	Hujan normal
	Rajab 1442 H	12 Februari	20.10	Hujan normal

	Sya'ban 1442 H	13 Maret	2.00	Hujan sangat ringan
	Ramadhan 1442 H	12 April	317.73	Hujan sangat lebat
	Syawal 1442 H	12 Mei	20.50	Hujan normal
	Dzulqo'dah 1442 H	10 Juni	0.20	Hujan sangat ringan
	Dzulhijjah 1442 H	10 Juli	80.20	Hujan lebat
	Muharram 1443 H	8 Agustus	78.50	Hujan lebat
	Safar 1443 H	7 September	0.70	Hujan sangat ringan
	Rabiul Awal 1443 H	6 Oktober	481.55	Hujan sangat lebat
	Rabiul Akhir 1443 H	5 November	98.70	Hujan lebat
	Jumadil Ula 1443 H	4 Desember	306.17	Hujan sangat lebat

Keterangan:

- Awal bulan : Awal bulan kamariah yang dicari
- Tanggal : Tanggal pada tahun masehi yang bertepatan dengan tanggal 29 tahun kamariah
- Curah hujan : Data curah hujan harian
- Kategori : Pngelompokan data curah hujan harian

C. Pengolahan Data SPSS

1. Uji Korelasi Koefisien Kontingensi

Teknik analisis statistik korelasi merupakan teknik analisis data yang dirancang menggunakan rumus statistika untuk menentukan tingkat hubungan antar variabel dalam suatu penelitian. Teknik analisis ini bertujuan untuk mengetahui nilai koefisien korelasi⁴ antar variabel yang diteliti. Rumus statistika yang digunakan dalam analisis penelitian harus disesuaikan dengan gejala atau variabel-variabel yang akan dikorelasikan.

⁴ Nilai yang menunjukkan hubungan antar variabel dalam penelitian, baik berupa derajat kekuatan maupun arah hubungan.

Teknik analisis statistika terdiri dari dua jenis, yakni parametrik dan nonparametrik. Penggunaan analisis tersebut tergantung asumsi dasar atau persyaratan yang berkaitan dengan karakter dan distribusi datanya. Statistika parametrik digunakan untuk penelitian yang datanya berbentuk rasio⁵ atau interval⁶ dan penyebaran datanya harus berdistribusi normal. Kelebihan dari statistika parametrik adalah kesimpulan yang diperoleh lebih kuat daripada yang nonparametrik.⁷ Sedangkan kelemahannya adalah memerlukan beberapa asumsi yang rumit.

Statistika non parametrik digunakan untuk penelitian yang datanya berbentuk ordinal⁸ atau nominal⁹ dan penyebaran datanya tidak harus berdistribusi normal. Kesimpulan yang diperoleh dari analisis jenis ini lebih lemah apabila dibandingkan dengan statistika parametrik. Adapun keunggulannya antara lain: memiliki persyaratan atau asumsi yang lebih sedikit, cocok digunakan untuk menguji sampel dalam

⁵ Data berskala rasio diperoleh dengan cara pengukuran, memiliki tingkatan jarak yang pasti atau interval antartingkatannya sudah jelas, serta mempunyai nilai 0 yang absolut/mutlak atau diukur dari titik awal yang sama. Contoh data berskala rasio adalah jarak, tinggi dan berat badan, serta jumlah siswa dalam suatu kelas.

⁶ Data berskala interval diperoleh dengan cara pengukuran dan memiliki tingkatan jarak yang jelas. Namun skala ini belum menunjukkan nilai 0 yang absolut, karena awal perhitungan tidak menggunakan angka 0. Data jenis ini dapat dilakukan operasi matematis. Contoh data yang berbentuk interval yaitu: temperatur udara, kadar hemoglobin, nilai UTS mahasiswa, dan tingkat IQ.

⁷ Suliyanto, *Statistika Non Parametrik dalam Aplikasi Penelitian*, (Yogyakarta: CV Andi Offset, 2014), 15.

⁸ Data berskala ordinal diperoleh dengan kategorisasi, di antara data-data tersebut memiliki hubungan serta memiliki tingkatan, sehingga ada yang lebih baik atau buruk. Data jenis ini tidak dapat dilakukan operasi matematis. Contoh data yang berskala ordinal adalah kualitas pelayanan perpustakaan (baik, sedang, buruk); status sosial ekonomi (tinggi, menengah, rendah), dan tingkat kepuasan terhadap suatu produk (puas, sedang, cukup, tidak puas).

⁹ Data berskala nominal diperoleh dengan kategorisasi, tidak memiliki tingkatan (posisi data setara), dan tidak dapat dilakukan operasi matematis. Contoh data berskala nominal yaitu: jenis kelamin, musim (kemarau dan penghujan), dan latar belakang pendidikan (umum dan agama).

observasi yang diambil dari populasi berbeda, serta dapat digunakan untuk menguji sampel yang ukurannya terlalu kecil.¹⁰

Apabila data berbentuk rasio atau interval dan berdistribusi normal, maka yang digunakan adalah statistika parametrik dengan analisis korelasi *Product Moment*. Jika datanya tidak berdistribusi normal, maka dapat dipilih antara analisis korelasi *Rank Spearman*, *Kendal Tau*, atau koefisien kontingensi. Korelasi *Rank Spearman* dan *Kendal Tau* dapat digunakan jika datanya berskala rasio atau interval. Sedangkan jika datanya berskala nominal, maka yang digunakan adalah korelasi koefisien kontingensi.

Dalam penelitian ini penulis menggunakan uji korelasi koefisien kontingensi. Hal ini dikarenakan variabel yang digunakan berbentuk kategorik. Untuk variabel curah hujan dikategorikan menjadi 5, yakni hujan sangat ringan, hujan ringan, hujan normal, hujan lebat, dan hujan sangat lebat. Sedangkan untuk variabel visibilitas hilal juga dikategorikan menjadi 2, yaitu terlihat dan tidak terlihat.

Uji korelasi koefisien kontingensi dapat menghasilkan nilai positif (+) dan negatif (-). Apabila berkorelasi positif, maka hubungan kedua variabel berbanding lurus. Artinya jika curah hujan intensitasnya semakin tinggi, maka visibilitas hilal yang teramati juga semakin tinggi. Sedangkan jika korelasinya negatif, maka hubungan kedua variabel

¹⁰ Ibid.

berbanding terbalik. Artinya jika intensitas curah hujan semakin tinggi, maka visibilitas hilal yang dapat diamati semakin rendah.

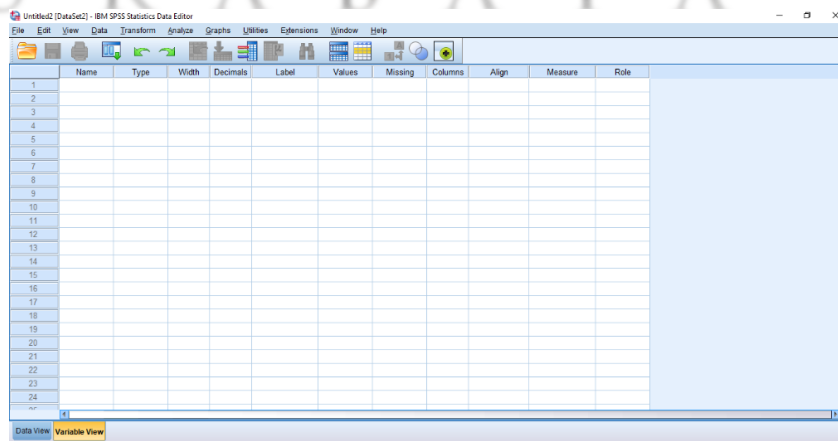
Kuat tidaknya hubungan ditentukan dengan nilai koefisien korelasi yang berkisar antara 0 s.d. 1. Semakin mendekati angka 1, maka hubungannya semakin kuat. Semakin mendekati angka 0, maka derajat kekuatannya semakin berkurang.

Penulis akan melakukan perhitungan uji korelasi koefisien kontingensi menggunakan program SPSS (*Statistical Product and Service Solutions*). SPSS merupakan program aplikasi komputer untuk melakukan pengolahan data statistik dan telah dilengkapi dialog *interface* sehingga memudahkan *user* dalam pengoperasiannya. Adapun yang penulis gunakan adalah versi *IBM SPSS Statistics 25*.

Berikut ini langkah-langkah perhitungan koefisien kontingensi menggunakan SPSS:

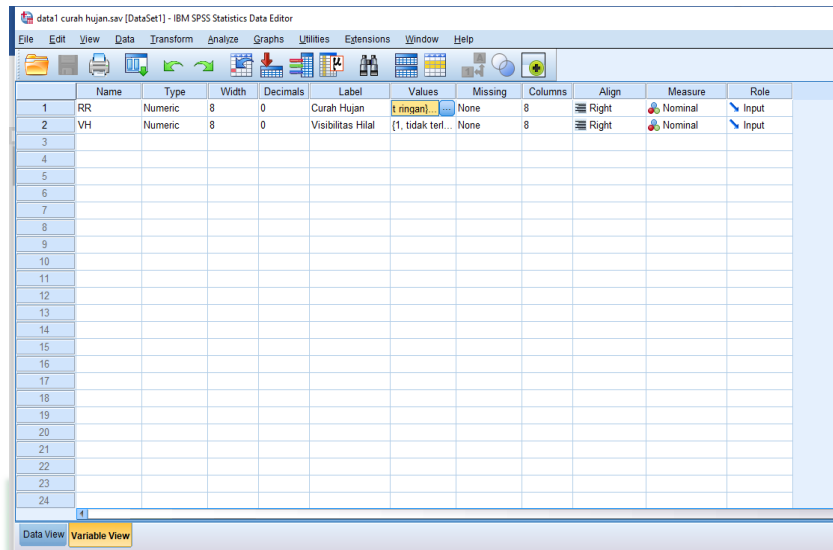
a. Memasukkan data-data ke SPSS

- Membuka file baru dengan cara klik *file - new - data*. Kemudian akan muncul tampilan gambar 3.1 di bawah ini:

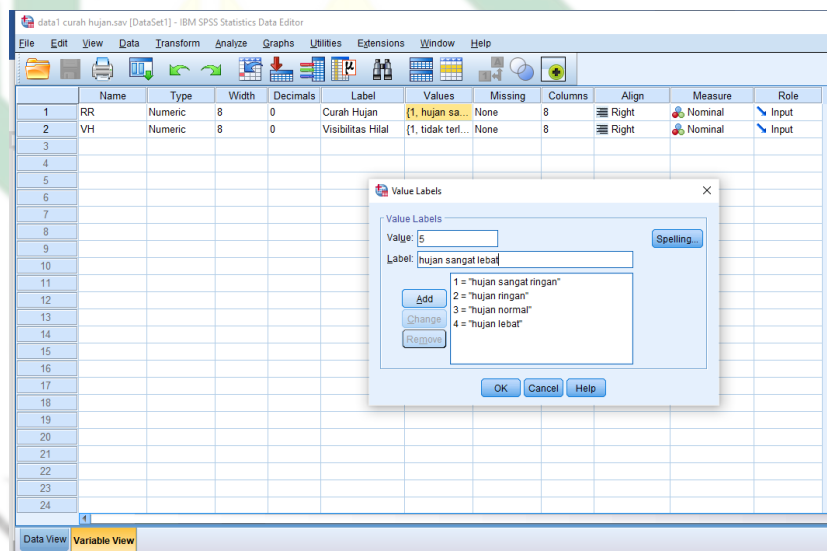


Gambar 3.1 Tampilan SPSS Data Editor

- Menamai variabel yang akan digunakan. Adapun variabel yang digunakan adalah curah hujan dan visibilitas hilal.
- Pada kolom **label** isikan dengan keterangan “RR” untuk variabel curah hujan dan “vh” untuk variabel visibilitas hilal. Kemudian tekan **tab**, maka secara otomatis kata *numeric* di kolom **type**. Isikan angka 8 pada kolom **width** dan isikan angka 0 pada kolom **decimal** (karena data yang penulis gunakan merupakan bilangan bulat). Kemudian klik kolom **value** untuk mengisikan pilihan pada masing-masing variabel. Pada variabel curah hujan, klik kolom **value**. Lalu isikan value 1 untuk label hujan sangat ringan, value 2 untuk label hujan ringan, value 3 untuk label hujan normal, value 4 untuk label hujan lebat, dan value 5 untuk label hujan sangat lebat. Kemudian klik **add** pada setelah menuliskan masing-masing value tersebut. Sedangkan untuk variabel visibilitas hilal, isikan value 1 dengan label tidak terlihat dan value 2 dengan label terlihat, lalu **add**. Berikut ini tampilan gambar 3.2 dan 3.3 untuk data editornya:



Gambar 3.2 Tampilan SPSS Data Editor



Gambar 3.3 Value Labels

- Mengisikan data dengan cara klik **data view** pada pojok kiri bawah. Kemudian masukkan data-data curah hujan dan visibilitas hilal yang sudah disiapkan, sehingga akan muncul tampilan gambar 3.4 seperti berikut ini:

	RR	VH	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var
1	2	1										
2	5	2										
3	3	1										
4	3	1										
5	4	2										
6	2	1										
7	2	2										
8	1	1										
9	2	1										
10	1	2										
11	2	1										
12	3	1										
13	3	1										
14	2	2										
15	2	1										
16	2	1										
17	2	1										
18	1	2										
19	2	1										
20	2	2										
21	1	1										
22	3	1										
23	3	2										

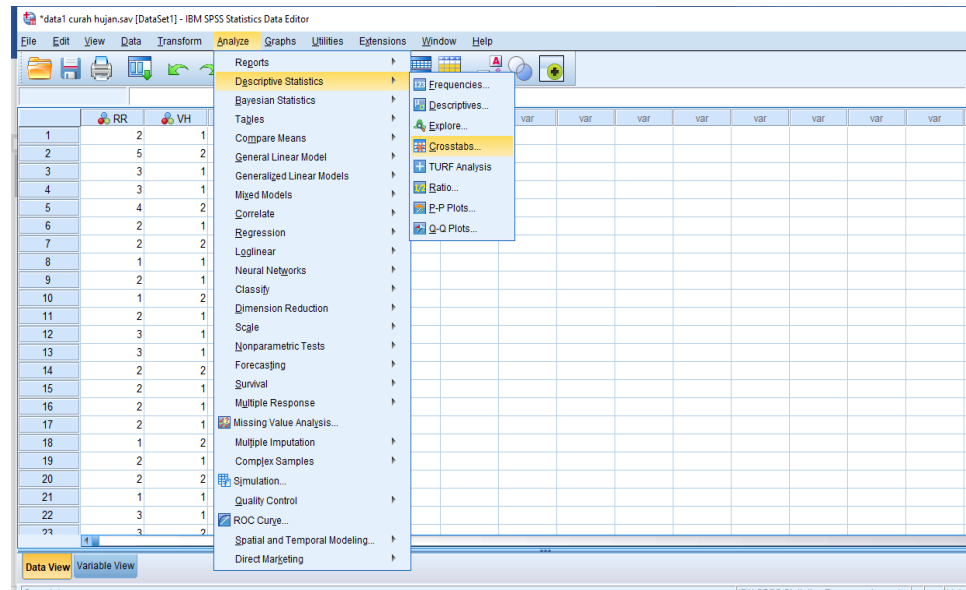
Gambar 3.4 Tampilan SPSS Data Editor

b. Menyimpan data

Klik **file-save**, kemudian beri nama pada file. Data tersebut akan tersimpan dengan ekstensi **.sav**

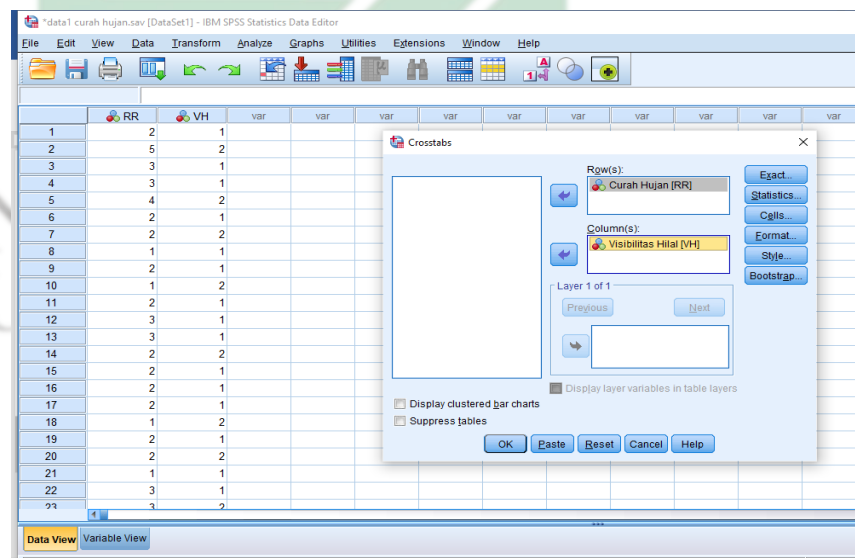
c. Pengolahan data

- Pilih **analyze – descriptive statistic-crosstabs**. Sehingga muncul tampilan gambar 3.5 berikut:



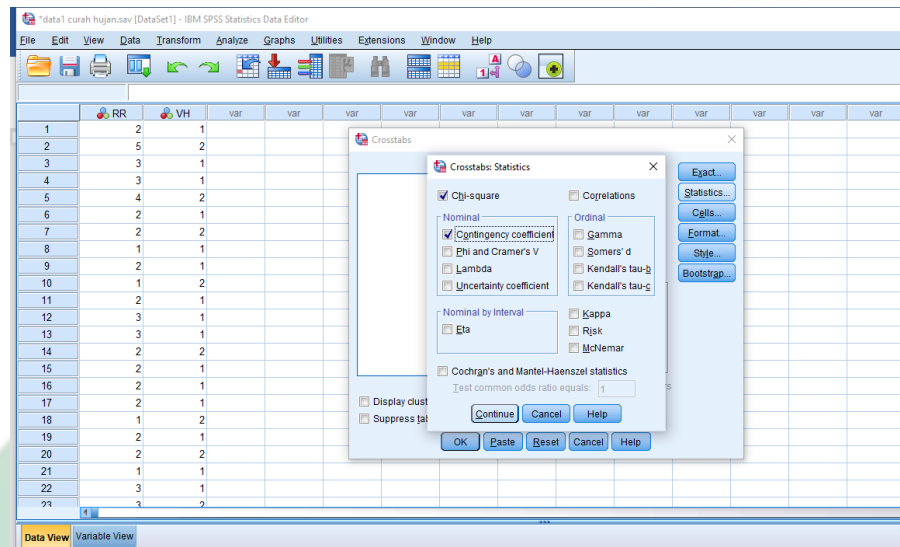
Gambar 3.5 Tampilan SPSS Data Editor

- Pindahkan variabel curah hujan pada **row (s)**, dan variabel visibilitas hilal pada **column (s)**, sehingga akan muncul tampilan gambar 3.6 berikut:



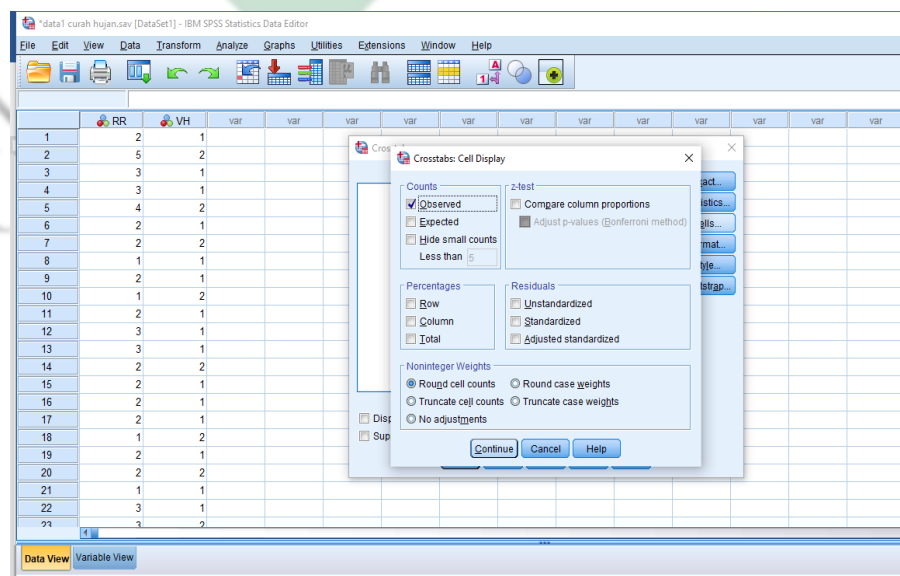
Gambar 3.6 Crosstabs

- Klik **statistics**, kemudian centang pilihan **chi-square** dan **coefficient contingency**, lalu continue. Tampilan gambar 3.7 yang muncul sebagai berikut:



Gambar 3.7 *Crosstabs Statistics*

- Klik **cells**, pada pilihan counts, centang **observed** dan abaikan opsi yang lain. lalu klik continue. Tampilan gambar 3.8 yang muncul seperti di bawah ini:



Gambar 3.8 *Crosstabs Cells*

- Pada tampilan **crosstabs**, klik OK.

d. Output SPSS

Setelah melakukan Langkah-langkah di atas, maka hasil perhitungan atau output-nya akan muncul seperti tampilan gambar 3.9 berikut:

The screenshot displays the SPSS Statistics Viewer interface with the following output sections:

Case Processing Summary

	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Curah Hujan * Visibilitas Hilal	37	100.0%	0	0.0%	37	100.0%

Curah Hujan * Visibilitas Hilal Crosstabulation

Count

Curah Hujan		Visibilitas Hilal		Total
		tidak terlihat	terlihat	
Curah Hujan	hujan sangat ringan	5	2	7
	hujan ringan	8	3	11
	hujan normal	7	3	10
	hujan lebat	3	1	4
	hujan sangat lebat	4	1	5
Total		27	10	37

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	.187 ^a	4	.996
Likelihood Ratio	.194	4	.996
Linear-by-Linear Association	.087	1	.768
N of Valid Cases	37		

a. 7 cells (70.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1.08.

Symmetric Measures

		Value	Approximate Significance
Nominal by Nominal	Contingency Coefficient	.071	.996
N of Valid Cases		37	

Gambar 3.9 Tampilan Output SPSS

Kemudian simpan output di atas dengan cara klik **file-save**, dan beri nama. Filenya akan tersimpan dengan format **.spv**. Hasil dari output inilah yang nantinya akan dianalisis untuk mengetahui pengaruh curah hujan terhadap visibilitas hilal berdasarkan model kecerlangan Kastner.

2. Uji Hipotesis

Hipotesis merupakan dugaan sementara atas suatu permasalahan yang kebenarannya masih lemah, sehingga perlu diuji secara empiris. Terdapat perbedaan antara pengertian hipotesis dalam penelitian dan hipotesis dalam statistik. Hipotesis dalam penelitian diartikan sebagai jawaban atau dugaan sementara atas rumusan masalah yang diteliti. Sedangkan hipotesis statistik adalah pernyataan statistik mengenai parameter suatu populasi.¹¹ Hipotesis penelitian dibuat dalam suatu penelitian, sedangkan hipotesis statistik digunakan untuk menguji hipotesis penelitian.

Pengujian hipotesis dilakukan guna mengambil suatu keputusan, apakah dugaan tersebut diterima atau ditolak. Keputusan dalam hipotesis mengandung ketidakpastian, artinya bahwa keputusan tersebut bisa salah atau benar.¹² Hipotesis yang baik harus jelas secara konseptual, harus menyatakan suatu hubungan, harus sesuai fakta dan ilmu, harus dapat diuji, serta mempunyai rujukan yang empiris.

¹¹ Sugiyono, *Statistika Untuk Penelitian*, (Bandung: Alfabeta, 2011),85.

¹² Iqbal Hasan, *Analisis Data Penelitian dengan Statistik*, (Jakarta: PT. Bumi Aksara, 2006), 31.

Berdasarkan uji statistik yang digunakan dalam penelitian ini, maka jenis hipotesis yang penulis pakai adalah hipotesis nol dan hipotesis alternatif. Hipotesis nol dirumuskan sebagai pernyataan yang akan diuji atau disimbolkan dengan H_0 . Hipotesis nol biasanya dinyatakan dalam kalimat sebagai berikut:

- “Tidak ada pengaruh antara variabel X terhadap variabel Y”
- “Tidak ada perbedaan antara variabel X dengan variabel Y”
- “Tidak ada hubungan antara variabel X dan variabel Y”

Hipotesis alternatif yang disimbolkan dengan H_1 atau H_a dirumuskan sebagai lawan dari hipotesis nol. Hipotesis alternatif menyatakan adanya hubungan atau kesesuaian antar variabelnya. H_a biasanya dinyatakan dengan kalimat sebagai berikut:

- “Ada pengaruh antara variabel X terhadap variabel Y”
- “Ada perbedaan antara variabel X dan variabel Y”
- “Ada hubungan antara variabel X dan variabel Y”

Pengujian hipotesis dalam penelitian ini terdapat 3 prosedur antara lain:

a. Menentukan formula hipotesis

H_0 : Tidak ada pengaruh curah hujan terhadap visibilitas hilal berdasarkan model kecerlangan Kastner.

H_a : Ada pengaruh curah hujan terhadap visibilitas hilal berdasarkan model kecerlangan Kastner.

- b. Membandingkan taraf signifikansi
- Jika signifikansi $> 0,05$, maka H_0 diterima
 - Jika signifikansi $< 0,05$, maka H_0 ditolak
- c. Membuat keputusan output SPSS berdasarkan formula hipotesis dan kaidah pengujiannya.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB IV

ANALISIS PENGARUH CURAH HUJAN TERHADAP VISIBILITAS HILAL BERDASARKAN MODEL KECERLANGAN KASTNER DI PASURUAN TAHUN 2019-2021

A. Analisis Visibilitas Hilal Berdasarkan Model Kecerlangan Kastner di Pasuruan Tahun 2019-2021

Berikut ini penjelasan tentang visibilitas hilal di Pasuruan pada tahun 2019-2021 yang dihitung berdasarkan model kecerlangan Sidney O. Kastner:

1. Visibilitas Hilal 2019

Fungsi visibilitas hilal pada tahun 2019 terdapat 13 data, karena Bulan Agustus terdiri dari 2 data. Visibilitas hilal atau Δm yang bernilai positif mengindikasikan bahwa hilal dapat diamati dengan mata telanjang (dengan catatan bahwa cuaca dan faktor lainnya mendukung). Sebaliknya, jika Δm bernilai negatif, maka hilal tidak dapat diamati dengan mata telanjang atau hanya bisa diamati dengan bantuan alat optik.

Fungsi visibilitas hilal atau Δm yang bernilai positif dimasukkan dalam variabel data visibilitas hilal yang terlihat. Sedangkan Δm yang bernilai negatif dimasukkan dalam kategori data visibilitas hilal yang tidak terlihat. Pada tahun 2019, terdapat 4 visibilitas hilal yang terlihat dan 9 visibilitas hilal yang tidak terlihat. Visibilitas hilal yang terlihat terjadi pada Bulan Februari, Mei, Juli, dan September. Sedangkan yang

tidak terlihat terjadi pada Bulan Januari, Maret, April, Juni, Agustus, Oktober, November, dan Desember.

Pada tahun 2019 terdapat beberapa bulan yang tidak terdapat *best time*, yaitu Maret, Juni, dan Agustus yang kedua. Adapun ketiga data ini akan dimasukkan kedalam kategori visibilitas hilal tidak terlihat. Karena pada bulan-bulan tersebut, fungsi visibilitas hilal atau hasil akhir Δm -nya adalah negatif.

2. Visibilitas Hilal 2020

Fungsi visibilitas hilal pada tahun 2020 terdapat 12 data, yang terdiri dari 4 data visibilitasnya terlihat dan 8 data visibilitasnya tidak terlihat. Visibilitas hilal yang terlihat terjadi pada Bulan Januari, Mei, Juli, dan Oktober. Sedangkan yang tidak terlihat terjadi pada Bulan Februari, Maret, April, Juni, Agustus, September, November, dan Desember. Di antara data visibilitas yang tidak terlihat tersebut, ada 3 data yang tidak terdapat *best time*-nya, yakni Februari, Juni, dan September.

3. Visibilitas Hilal 2021

Fungsi visibilitas hilal pada tahun 2021 terdapat 12 data. Namun terdapat 2 data yang tidak mungkin berhasil jika dilakukan pengamatan, karena pada bulan tersebut Bulan atau hilal telah terbenam dahulu sebelum Matahari. Visibilitas tersebut terjadi pada Juni dan Agustus.

Sehingga pada kedua bulan tersebut tidak dapat dilakukan perhitungan dan dimasukkan dalam kategori data visibilitas hilal yang tidak terlihat.

Adapun visibilitas hilal yang terlihat terdapat 2 data, yakni pada Februari dan Mei. Sedangkan visibilitas hilal tidak terlihat terdapat 10 data, antara lain terjadi pada Januari, Maret, April, Juni, Juli, Agustus, September, Oktober, November, dan Desember.

4. Analisis Visibilitas Hilal Tahun 2019-2021

Visibilitas hilal sepanjang tahun dari Januari sampai Desember pada 2019-2021 di Pasuruan berdasarkan model kecerlangan Kastner adalah bervariasi. Dari data tiga tahun tersebut, pada Bulan Mei secara konsisten nilai Δm menunjukkan nilai positif. Total semuanya terdapat 37 data yang terdiri 13 data tahun 2019, 12 data tahun 2020, dan 12 data tahun 2021. Data-data tersebut diklasifikasikan menjadi 2, yakni terlihat dan tidak terlihat. Data visibilitas hilal yang terlihat ada 10 data atau 27%, sedangkan yang tidak terlihat ada 27 data atau 73%.

Fungsi visibilitas hilal atau Δm dapat dianalisis berdasarkan faktor-faktor yang tercantum dalam perhitungan di *Microsoft Excel*. Adapun parameter yang dapat digunakan yaitu: *lag time*, kecerlangan hilal di luar atmosfer ($L^* / L_{\text{moon_extra}}$), kecerlangan hilal di dalam atmosfer ($L_{\text{moon_ground}}$), kecerlangan langit selama senja (L_s), kecerlangan langit malam (L_a), serta rasio antara iluminansi hilal dengan kecerlangan langit senja dan langit malam (R). Di antara kelima

parameter tersebut, faktor *lag time* dan R merupakan yang paling kelihatan pengaruhnya.

Perbedaan antara visibilitas hilal terlihat (Δm bernilai positif) dengan yang tidak terlihat (Δm bernilai negatif, baik yang ada atau tidak ada *best time*-nya) dapat diamati dari hasil perhitungan pada masing-masing pengkategorian tersebut. Berikut ini akan disajikan contoh data perhitungan dari masing-masing kategori visibilitas hilal tersebut:

Tabel 4.1 Data perhitungan visibilitas hilal dengan Δm bernilai positif

Tahun	Bulan	Lag Time (menit)	Ls	L _{moon_extra}	Lc	La	R
2019	Februari	29	27648457.52	1275563027	27867358.97	395.22	1.0079
	Mei	30	22103166.43	1024179430	28390931.05	395.28	1.28445
	Juli	39	4042461.155	737271461.6	15366204.75	395.21	3.80083
	September	44	709975.3258	481320733.2	23633141.06	395.51	33.2687
2020	Januari	31	24124468.85	1158909249	29038106.39	395.26	1.20366
	Mei	36	7100817.141	914035976.7	22323306.15	395.25	3.14359
	Juli	42	1670633.76	660206730.5	14591516.02	395.23	8.73205
	Oktober	40	2336.297833	6389765.744	177686.8563	395.28	65.0491
2021	Februari	40	2415604.664	741238534.8	20770903.08	395.29	8.59723
	Mei	30	25767251.91	1183233939	30823622.15	395.27	1.19621

Tabel 4.2 Data perhitungan visibilitas hilal dengan Δm bernilai negatif

Tahun	Bulan	Lag Time (menit)	Ls	L _{moon_extra}	Lc	La	R
2019	Januari	18	348526103	2540047898.25	49915111.3	395.20	0.14322
	Agustus	20	215301309	1753573592	33911108.9	395.20	0.15751
2020	Maret	12	1.193E+09	1841494934	49983455	395.28	0.04188
	November	14	763422008	2770284291	56645610	395.21	0.0742
2021	Juli	20	244396301	1555426992	33906833	395.22	0.13874
	September	26	46996736	1008812981	26301808.6	395.27	0.55965

Tabel 4.3 Data perhitungan visibilitas hilal dengan Δm bernilai negatif dan tidak memiliki *best time*

Bulan	Hour	Ls	L _{moon_extra}	Lc	La	R	Δm
Maret	17.43	1.608E+09	1833186318	1630.5187	395.057	1.014E-06	-14.984953
	17.44	2.066E+09	1752428471	46.491758	395.09	2.2501E-08	-19.119497
Juni	17.15	1.831E+09	3331156871	7725795.7	395.016	0.00421934	-5.9368881
	17.16	1.512E+09	3440267492	463102.36	395.006	0.00030629	-8.7846545
	17.17	1.22E+09	3445093409	123139.8	395.018	0.00010093	-9.9899853
	17.18	984689629	3449777325	21416.366	395.036	2.1749E-05	-11.656384
	17.19	794803358	3454316940	1919.1447	395.062	2.4146E-06	-14.04288
Agustus	17.26	1.548E+09	1934315355	170037.22	395.009	0.00010986	-9.8978681
	17.27	1.23E+09	1937612033	37821.463	395.024	3.0745E-05	-11.280581
	17.28	977965926	1940828562	4954.0818	395.046	5.0657E-06	-13.238402
	17.29	777589881	1943963985	273.7406	395.075	3.5204E-07	-16.133529
Feb.	17.49	2.361E+09	1626479557	554.1252	395.067	2.3466E-07	-16.57392
Juni	17.18	1.918E+09	15056554883	144989979	395.096	0.07559453	-2.803774
	17.19	1.547E+09	14273377138	101191044	395.069	0.06539018	-2.9612187
	17.2	1.248E+09	13478999802	68134672	395.046	0.05457424	-3.1575307
	17.21	1.007E+09	12677548972	44077599	395.029	0.04376497	-3.3971834
	17.22	812370773	11875416528	27267801	395.016	0.03356569	-3.685261
	17.23	672987784	26569732121	3613430.9	395.006	0.00536923	-5.6752192
	17.24	544113139	26224184504	994979.03	395.017	0.00182862	-6.844689
	17.25	439969639	25883826893	185162.3	395.035	0.00042085	-8.4396763
	17.26	355801757	25548593913	18886.266	395.059	5.3081E-05	-10.687656
Sept.	17.23	1.631E+09	1346062251	433126.96	395.001	0.00026556	-8.9396074
	17.24	1.293E+09	1347771509	138067.74	395.008	0.00010681	-9.9284604
	17.25	1.025E+09	1349426843	31117.396	395.022	3.0369E-05	-11.293936
	17.26	812385704	1351029108	4133.121	395.044	5.0876E-06	-13.233711
	17.27	644214078	1352576099	231.17988	395.073	3.5886E-07	-16.112701
Oktober	17.21	1.55E+09	1978973185	49997.895	395.021	3.2256E-05	-11.22848
	17.22	1.23E+09	1982542148	6734.8227	395.043	5.475E-06	-13.154035
	17.23	976400323	1986032374	383.73506	395.072	3.9301E-07	-16.013992
Des.	17.33	1.541E+09	8981026986	51975508	395.054	0.03372605	-3.6800862
	17.34	1.241E+09	8617206104	34860821	395.035	0.02808959	-3.8786365
	17.35	999432841	8235903005	22419120	395.02	0.02243183	-4.1228381
	17.36	825695697	13184850544	2765934.5	395.003	0.00334982	-6.1874459
	17.37	666561261	13107512807	871907.66	395.012	0.00130807	-7.2084246
	17.38	538216084	13029360174	197725.62	395.027	0.00036737	-8.5872351
	17.39	434680438	12950440034	27423.147	395.048	6.3088E-05	-10.500133
	17.4	351140175	12870795784	1741.1551	395.075	4.9586E-06	-13.261609

Tabel pertama merupakan data perhitungan yang menghasilkan nilai visibilitas hilal positif atau dapat terlihat dengan mata telanjang. Pada tabel tersebut sudah disajikan semua data visibilitas hilal terlihat dalam penelitian ini. Sedangkan tabel kedua merupakan beberapa contoh data perhitungan yang menghasilkan visibilitas hilal negatif. Penulis mengambil contoh masing-masing 2 data pada tiap tahunnya. Kedua tabel tersebut menyajikan data pada menit ketika terjadi *best time*.

Data hasil perhitungan visibilitas hilal yang ketiga disajikan berbeda dengan kedua data sebelumnya. Karena tabel ketiga merupakan hasil perhitungan yang tidak terdapat *best time*-nya, maka penulis menyajikan data perhitungan awal yang dilakukan setiap menit pada tiap-tiap tanggalnya. Seperti dijelaskan pada bab sebelumnya bahwa yang dimaksud tidak terdapat *best time* disini adalah hasil perhitungan menunjukkan bahwa *best time* terjadi sebelum terbenamnya Matahari. Hal ini sejalan dengan konsep *best time* pada model Kastner bahwa nilai fungsi visibilitas negatif tidak dapat diterapkan untuk pengamatan menggunakan mata telanjang.¹ Dalam hal ini berarti bahwa hilal tidak mungkin atau mustahil teramati menggunakan mata telanjang ketika Matahari belum terbenam.

¹ Khoeriyah Lutfiyah S, “Konsep Best Time dalam Visibilitas Hilal dengan Menggunakan Model Kastner”, (Skripsi—Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, 2013, 29.

Dari ketiga tabel di atas, maka dapat diketahui faktor-faktor mana yang dapat menyebabkan hasil visibilitas hilal menjadi terlihat atau tidak terlihat. Faktor yang paling berpengaruh adalah *lag time* atau interval waktu antara Matahari terbenam sampai Bulan terbenam. Hal ini dapat ditunjukkan pada perbandingan *lag time* sebagai berikut:

Tabel 4.4 Perbedaan *lag time*

Visibilitas Hilal	Best Time	Bulan	<i>Lag Time</i> (dalam menit)		
Terlihat	Ada	Februari	29		
		Mei	30		
		Juli	39		
		September	44		
		Januari	31		
		Mei	36		
		Juli	42		
		Oktober	40		
		Februari	40		
		Mei	30		
Tidak Terlihat	Ada	Januari	18		
		Agustus	20		
		Maret	12		
		November	14		
		Juli	20		
		September	26		
		Tidak Terlihat	Tidak ada	Maret	2
				Juni	5
				Agustus	4
				Februari	1
Juni	10				
September	5				
Oktober	3				
Desember	8				

Dari tabel di atas diketahui bahwa *lag time* ketika visibilitas hilal tidak terlihat dan tidak memiliki *best time* adalah sangat pendek. Durasi *lag time* tersebut antara 1-10 menit. Untuk visibilitas hilal tidak

terlihat dan memiliki *best time* adalah 12-26 menit. Sedangkan *lag time* untuk visibilitas hilal terlihat antara 29-44 menit. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa apabila *lag time* semakin panjang, maka kemungkinan terlihatnya hilal dengan mata telanjang akan semakin besar.

Selain berdasarkan *lag time*, visibilitas hilal dapat terlihat dan tidak terlihat dengan mata telanjang dapat diidentifikasi berdasarkan parameter posisi hilalnya. Parameter tersebut terdiri tinggi hilal, beda azimuth, dan elongasi. Dari ketiga parameter posisi tersebut, hilal akan diklasifikasikan menjadi 4 zona seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya.

Tabel 4.5 Visibilitas hilal berdasarkan parameter posisi hilal

Tahun	Tanggal	Visibilitas Hilal	Kategori
2019	6 Januari	Tidak terlihat	Zona 2
	5 Februari	Terlihat	Zona 2
	6 Maret	Tidak terlihat	Zona 1
	5-Apr	Tidak terlihat	Zona 2
	5 Mei	Terlihat	Zona 3
	3 Juni	Tidak terlihat	Zona 1
	3 Juli	Terlihat	Zona 2
	1 Agustus	Tidak terlihat	Zona 2
	30 Agustus	Tidak terlihat	Zona 1
	29-Sep	Terlihat	Zona 3
	28 Oktober	Tidak terlihat	Zona 2
	26-Nov	Tidak terlihat	Zona 1
	26 Desember	Tidak terlihat	Zona 2
	2020	25 Januari	Terlihat
23 Februari		Tidak terlihat	Zona 1
24 Maret		Tidak terlihat	Zona 3
23-Apr		Tidak terlihat	Zona 2
23 Mei		Terlihat	Zona 2

	21 Juni	Tidak terlihat	Zona 1
	21 Juli	Terlihat	Zona 2
	19 Agustus	Tidak terlihat	Zona 2
	17-Sep	Tidak terlihat	Zona 1
	17 Oktober	Terlihat	Zona 3
	15-Nov	Tidak terlihat	Zona 2
	14 Desember	Tidak terlihat	Zona 1
2021	13 Januari	Tidak terlihat	Zona 2
	12 Februari	Terlihat	Zona 3
	13 Maret	Tidak terlihat	Zona 2
	12-Apr	Tidak terlihat	Zona 3
	12 Mei	Terlihat	Zona 3
	10 Juni	Tidak terlihat	Zona 1
	10 Juli	Tidak terlihat	Zona 2
	8 Agustus	Tidak terlihat	Zona 1
	7-Sep	Tidak terlihat	Zona 3
	6 Oktober	Tidak terlihat	Zona 1
	5-Nov	Tidak terlihat	Zona 4
	4 Desember	Tidak terlihat	Zona 1

Dari tabel di atas diketahui bahwa visibilitas hilal terlihat terdapat 10 data, sedangkan yang tidak terlihat ada 27 data. Dari 10 data visibilitas hilal yang terlihat, 5 data termasuk dalam kategori hilal zona 2 dan 5 data lainnya termasuk kategori hilal zona 3. Sedangkan dari 27 data visibilitas hilal tidak terlihat, 12 data berada pada zona 1, 11 data berada pada zona 2, 3 data pada zona 3, dan 1 data pada zona 4.

Visibilitas hilal yang dapat terlihat dengan mata telanjang berada pada zona hilal 2 dan 3. Posisi hilal pada zona 2 telah memenuhi kriteria *Wujudul Hilal*. Sedangkan pada zona 3, posisi hilal telah memenuhi kriteria MABIMS. Dengan demikian, visibilitas hilal yang dapat terlihat berdasarkan model kecerlangan Kastner sejalan dengan kriteria *Wujudul Hilal* dan MABIMS.

Dalam beberapa kasus, hilal dapat diamati meskipun berada pada zona 2. Hal ini dikarenakan perhitungan visibilitasnya menggunakan nilai k (nilai serapan atmosfer) 0,19 yang mengansumsikan bahwa kondisi atmosfer bersih pada saat pengamatan. Sehingga ada kemungkinan kasus hilal dapat teramati menurut perhitungan, namun dalam praktek lapangannya tidak dapat diamati.

Visibilitas hilal yang tidak terlihat terbanyak berada pada zona 1 dan zona 2. Pada zona 1 terdapat 12 data dan pada zona 2 ada 11 data. Dari 12 data yang berada pada zona 1, 9 diantaranya merupakan data yang tidak terdapat *best time*-nya dan 2 data tinggi hilalnya minus. Adapun hilal pada zona tersebut tidak dapat terlihat atau diamati karena dua keadaan. Yang pertama yaitu ketika *best time* terjadi sebelum Matahari terbenam, sehingga hilal mustahil dapat teramati menggunakan mata telanjang. Keadaan kedua yaitu ketinggian hilal minus yang berarti bahwa posisinya masih di bawah ufuk, sehingga juga mustahil dapat diamati.

Data visibilitas yang tidak terlihat juga banyak yang termasuk dalam kategori kasus hilal zona 2. Hal ini dapat dipahami bahwa pada zona ini, hilal memang sudah memenuhi kriteria *Wujudul Hilal*, namun masih berada di bawah kriteia MABIMS. Sehingga sangat logis bahwa dalam posisi tersebut, hilal tidak bisa diamati menggunakan mata telanjang, karena ketinggiannya yang masih sangat rendah.

Dari beberapa penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa visibilitas hilal terlihat karena telah memenuhi kriteria *Wujudul Hilal* serta memenuhi kriteria *Wujudul Hilal* dan MABIMS sekaligus. Sedangkan visibilitas hilal tidak terlihat dikarenakan belum memenuhi kriteria visibilitas yang ada, baik kriteria *Wujudul Hilal* maupun MABIMS.

B. Analisis Pengaruh Curah Hujan Terhadap Visibilitas Hilal di Pasuruan Tahun 2019-2021 Berdasarkan Model Kecerlangan Kastner Merujuk pada Hasil Pengolahan Data SPSS

1. Uji Korelasi Koefisien Kontingensi

Variabel curah hujan dan visibilitas hilal harus dikategorikan agar berbentuk data nominal dan dapat dihitung menggunakan uji korelasi kontingensi di SPSS. Untuk variabel curah hujan dikategorikan menjadi lima sebagai berikut:

Tabel 4.6 Kategori dan simbol variabel curah hujan

Curah Hujan	Kategori	Simbol
< 5	Hujan sangat ringan	1
5 – 20	Hujan ringan	2
20 – 50	Hujan normal	3
50 – 100	Hujan lebat	4
> 100	Hujan sangat lebat	5

Sedangkan untuk variabel visibilitas hilal dibagi menjadi dua kategori yaitu:

Tabel 4.7 Simbol untuk variabel visibilitas hilal

Visibilitas Hilal	Simbol
Tidak terlihat	1
Terlihat	2

Penggunaan simbol ini tentunya bertujuan agar perhitungan dapat dioperasikan pada SPSS. Berikut data-data dari kedua variabel tersebut:

Tabel 4.8 Simbol untuk variabel curah hujan dan visibilitas

Tahun	Awal Bulan	Tanggal	Kategori		Simbol	
			Curah Hujan (RR)	Visibilitas Hilal	RR	VH
2019	Jumadil Ula 1440 H	6 Januari	Hujan ringan	Tidak terlihat	2	1
	Jumadil Akhir 1440 H	5 Februari	Hujan sangat lebat	Terlihat	5	2
	Rajab 1440 H	6 Maret	Hujan normal	Tidak terlihat	3	1
	Sya'ban 1440 H	5-Apr	Hujan normal	Tidak terlihat	3	1
	Ramadhan 1440 H	5 Mei	Hujan lebat	Terlihat	4	2
	Syawal 1440 H	3 Juni	Hujan ringan	Tidak terlihat	2	1
	Dzulqo'dah 1440 H	3 Juli	Hujan ringan	Terlihat	2	2
	Dzulhijjah 1440 H	1 Agustus	Hujan sangat ringan	Tidak terlihat	1	1
	Muharram 1441 H	30 Agustus	Hujan ringan	Tidak terlihat	2	1
	Safar 1441 H	29-Sep	Hujan sangat ringan	Terlihat	1	2
	Rabiul Awal 1441 H	28 Oktober	Hujan ringan	Tidak terlihat	2	1
	Rabiul Akhir 1441 H	26-Nov	Hujan normal	Tidak terlihat	3	1
	Jumadil Ula 1441 H	26 Des	Hujan normal	Tidak terlihat	3	1
2020	Jumadil Akhir 1441 H	25 Januari	Hujan ringan	Terlihat	2	2
	Rajab 1441 H	23 Feb	Hujan ringan	Tidak terlihat	2	1
	Sya'ban 1441 H	24 Maret	Hujan ringan	Tidak terlihat	2	1
	Ramadhan 1441 H	23-Apr	Hujan ringan	Tidak terlihat	2	1
	Syawal 1441 H	23 Mei	Hujan sangat ringan	Terlihat	1	2
	Dzulqo'dah 1441 H	21 Juni	Hujan ringan	Tidak terlihat	2	1
	Dzulhijjah 1441 H	21 Juli	Hujan ringan	Terlihat	2	2
	Muharram 1442 H	19 Agustus	Hujan sangat ringan	Tidak terlihat	1	1
	Safar 1442 H	17-Sep	Hujan normal	Tidak terlihat	3	1
	Rabiul Awal 1442 H	17 Oktober	Hujan normal	Terlihat	3	2
	Rabiul Akhir 1442 H	15-Nov	Hujan sangat lebat	Tidak terlihat	5	1

	Jumadil Ula 1442 H	14 Des	Hujan normal	Tidak terlihat	3	1
2021	Jumadil Akhir 1442 H	13 Januari	Hujan normal	Tidak terlihat	3	1
	Rajab 1442 H	12 Feb	Hujan normal	Terlihat	3	2
	Sya'ban 1442 H	13 Maret	Hujan sangat ringan	Tidak terlihat	1	1
	Ramadhan 1442 H	12-Apr	Hujan sangat lebat	Tidak terlihat	5	1
	Syawal 1442 H	12 Mei	Hujan normal	Terlihat	3	2
	Dzulqo'dah 1442 H	10 Juni	Hujan sangat ringan	Tidak terlihat	1	1
	Dzulhijjah 1442 H	10 Juli	Hujan lebat	Tidak terlihat	4	1
	Muharram 1443 H	8 Agustus	Hujan lebat	Tidak terlihat	4	1
	Safar 1443 H	7-Sep	Hujan sangat ringan	Tidak terlihat	1	1
	Rabiul Awal 1443 H	6 Oktober	Hujan sangat lebat	Tidak terlihat	5	1
	Rabiul Akhir 1443 H	5-Nov	Hujan lebat	Tidak terlihat	4	1
	Jumadil Ula 1443 H	4 Des	Hujan sangat lebat	Tidak terlihat	5	1

Dari data-data di atas, akan menghasilkan gambar 4.1 output SPSS berikut ini:

Crosstabs

Case Processing Summary

	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Curah Hujan * Visibilitas Hilal	37	100.0%	0	0.0%	37	100.0%

Curah Hujan * Visibilitas Hilal Crosstabulation

Count		Visibilitas Hilal		Total
		tidak terlihat	terlihat	
Curah Hujan	hujan sangat ringan	5	2	7
	hujan ringan	8	3	11
	hujan normal	7	3	10
	hujan lebat	3	1	4
	hujan sangat lebat	4	1	5
Total		27	10	37

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2- sided)
Pearson Chi-Square	.187 ^a	4	.996
Likelihood Ratio	.194	4	.996
Linear-by-Linear Association	.087	1	.768
N of Valid Cases	37		

a. 7 cells (70.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1.08.

Symmetric Measures

		Value	Approximate Significance
Nominal by Nominal	Contingency Coefficient	.071	.996
N of Valid Cases		37	

Gambar 4.1 Output SPSS

2. Interpretasi Output SPSS

Interpretasi atau penafsiran terhadap output SPSS perlu dilakukan untuk mendapatkan kesimpulan hasil uji. Interpretasi yang dilakukan harus mengacu pada formula hipotesis dan kaidah pengujian yang telah dirumuskan dalam teori sebelumnya.

Pada tabel pertama atau **Case Processing Summary**, N menunjukkan jumlah data yang dihitung, yakni terdiri dari 37 data. Semua data tersebut diproses dan tidak ada data yang *missing* atau hilang, sehingga tingkat kevalidannya menunjukkan angka 100%.

Tabel **Crosstabulation**, menunjukkan jumlah data yang sudah dipadukan pada masing-masing variabel. Dari 7 variabel curah hujan dengan hujan sangat ringan, terdapat 5 data dengan visibilitas hilal tidak terlihat dan 2 data dengan visibilitas hilal terlihat. Dari 11 data curah

hujan ringan, 8 diantaranya adalah data dengan visibilitas hilal tidak terlihat dan 3 data dengan visibilitas hilal terlihat. Dari 10 kategori curah hujan normal, 7 diantaranya adalah data dengan visibilitas hilal tidak terlihat dan 3 dengan visibilitas hilal terlihat. Dari 4 curah hujan lebat, ada 3 data dengan visibilitas hilal tidak terlihat dan 1 data dengan visibilitas hilal terlihat. Sedangkan untuk 5 data hujan sangat lebat, terdapat 4 data dengan visibilitas hilal tidak terlihat, serta 1 data dengan visibilitas hilal terlihat.

Berdasarkan tabel **Chi-Square Tests**, nilai Pearson Chi-Square menunjukkan nilai Chi-Square hitung dengan df (*degrees of freedom* atau derajat kebebasan)² 4 dan tingkat signifikansi 0.996. Nilai *Likelihood Ratio* 0.194 dengan df 4 dan tingkat signifikansi 0.996. Nilai *Linier-by-Linier Association* 0.087 dengan df 1 dan tingkat signifikansi 0.768. *N of Valid Access* ada 37, artinya tingkat kevalidan yang dianalisis mencapai 100% (sesuai dengan jumlah data yang ada).

Keputusan akhir tentang hasil Chi-Square dan Symmetric Measures diinterpretasikan berdasarkan kaidah hipotesis yang telah dirumuskan. Berikut ini hipotesis dan kaidah pengujiannya:

Hipotesis

H_0 : Tidak ada pengaruh curah hujan terhadap visibilitas hilal berdasarkan model kecerlangan Kastner

² Derajat kebebasan merupakan banyaknya pengamatan bebas dari total pengamatan (N). df diperoleh dari total pengamatan dikurangi banyaknya parameter yang ditaksir. Sehingga rumus df untuk setiap kasus akan berbeda tergantung pada jumlah parameternya.

H_a : Ada pengaruh curah hujan terhadap visibilitas hilal berdasarkan model kecerlangan Kastner

Kaidah

- Jika signifikansi > 0.05 , maka H_0 diterima
- Jika signifikansi < 0.05 , maka H_0 ditolak

Pada tabel Chi-Square test di kolom *Asymptotic Significance (2-sided)* terdapat nilai 0.996. **Signifikansi 0.996 > 0.05 , maka H_0 diterima atau H_a ditolak.** Artinya, tidak ada pengaruh curah hujan terhadap visibilitas hilal berdasarkan model kecerlangan Kastner.

Pada tabel **Symmetric Measures**, harga *Contingency Coefficient* adalah 0.071 dan harga pada *Approximate Significance* adalah 0.996. Sehingga **Signifikansi 0.996 > 0.05 , maka H_0 diterima atau H_a ditolak.** Artinya, tidak ada pengaruh curah hujan terhadap visibilitas hilal berdasarkan model kecerlangan Kastner.

3. Analisis Hasil Interpretasi Output SPSS

Penelitian ini menghasilkan 10 kategori curah hujan terhadap visibilitas hilal. Deskripsi hasil perhitungan ini dapat dilihat pada output SPSS tabel kedua yakni variabel curah hujan dan variabel visibilitas hilal pada *crosstabulation*.

Hujan sangat ringan dengan visibilitas hilal tidak terlihat terdapat 5 data. Hujan sangat ringan dengan visibilitas hilal terlihat ada 2 data. Hujan ringan dengan visibilitas hilal tidak terlihat terdapat 8

data. Hujan ringan dengan visibilitas hilal terlihat ada 3 data. Hujan normal dengan visibilitas hilal tidak terlihat terdapat 7 data. Hujan normal dengan visibilitas hilal terlihat ada 3 data.

Hujan lebat dengan visibilitas hilal tidak terlihat ada 3 data. Hujan lebat dengan visibilitas hilal terlihat terdapat 1 data. Hujan sangat lebat dengan visibilitas hilal tidak terlihat ada 4 data. Serta hujan sangat lebat dengan visibilitas hilal terlihat terdapat 1 data.

Data dengan kategori terbanyak adalah hujan ringan dengan visibilitas hilal tidak terlihat (ada 8 data). Sedangkan yang paling sedikit adalah hujan lebat dengan visibilitas hilal terlihat dan hujan sangat lebat dengan visibilitas hilal terlihat. Masing-masing ada 1 data.

Hal ini berarti bahwa derajat hujan dengan intensitas paling sedikit (hujan sangat ringan) tidak selalu dapat mendukung terlihatnya visibilitas hilal dengan mata telanjang. Sebaliknya, derajat hujan dengan intensitas paling banyak (hujan sangat lebat) juga bukan faktor utama yang dapat menghalangi visibilitas hilal terlihat dengan mata telanjang.

Visibilitas hilal terlihat paling banyak terjadi pada kategori hujan ringan dan hujan normal. Masing-masing terdapat 3 data. Dengan demikian, visibilitas hilal terlihat yang dihitung berdasarkan model kecerlangan Kastner dan bersifat prediktif ini, tidak selalu terjadi ketika derajat hujan dengan intensitas tinggi. Namun bisa saja terjadi ketika intensitas hujannya sedang atau normal, bahkan ketika intensitas hujannya rendah.

Perlu digarisbawahi bahwa hilal tidak dapat diamati dengan mata telanjang dalam hal ini bukan berarti bahwa hilal tersebut tidak dapat diamati sama sekali. Hilal tersebut masih memiliki kemungkinan dapat diamati menggunakan bantuan alat optik, seperti teleskop dan teodolit. Karena desain penelitian yang terbatas, maka hasil yang didapat juga hanya sesuai untuk desain penelitian yang digunakan.

Penelitian yang penulis lakukan menghasilkan kesimpulan bahwa curah hujan tidak berpengaruh terhadap visibilitas hilal berdasarkan model kecerlangan Kastner. Hasil penelitian ini berdasarkan perhitungan visibilitas hilal Kastner dengan lokasi di LAPAN/BRIN Watukosek Pasuruan dan data-data curah hujan harian dalam kurun waktu 2019-2021. Data perhitungan visibilitas hilal sifatnya prediktif, sedangkan data curah hujan sifatnya riil, karena merupakan hasil pengamatan.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah penulis lakukan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Visibilitas hilal atau Δm berdasarkan model kecerlangan Kastner di Pasuruan pada tahun 2019-2021 adalah bervariasi. Visibilitas hilal yang terlihat ada 10 data atau 27%, sedangkan yang tidak terlihat ada 27 data atau 73%. Faktor yang berpengaruh adalah *lag time* dan posisi hilalnya. Semakin panjang *lag time*, maka kemungkinan terlihatnya hilal dengan mata telanjang akan semakin besar. Visibilitas hilal terlihat juga didukung oleh posisi hilal yang telah memenuhi kriteria *Wujudul Hilal* serta memenuhi kriteria *Wujudul Hilal* dan MABIMS sekaligus.
2. Hasil uji korelasi kontingensi yang penulis lakukan dengan variabel data curah hujan harian dan visibilitas hilal, diperoleh bahwa tidak ada pengaruh curah hujan terhadap visibilitas hilal berdasarkan model kecerlangan Kastner. Dari 37 sampel yang penulis gunakan menunjukkan bahwa data terbanyak adalah hujan ringan dengan visibilitas hilal tidak terlihat menggunakan mata telanjang, yakni ada 8 data. Sedangkan data paling sedikit adalah hujan ringan dan normal dengan visibilitas hilal terlihat, yakni terdapat 1 data. Itu artinya bahwa derajat atau intensitas hujan tidak

selalu mendukung atau menghalangi visibilitas hilal terlihat dengan mata telanjang.

B. Saran

Berangkat dari analisis yang penulis lakukan dalam penelitian ini, maka terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan pertimbangan, antara lain:

1. Perhitungan visibilitas hilal menggunakan model kecerlangan Kastner perlu dikonfirmasi dengan hasil pengamatan di lapangan atau rukyatul hilal, karena perhitungan ini hanya bersifat prediksi.
2. Penelitian terkait curah hujan perlu dilakukan secara berkelanjutan agar menghasilkan basis data yang dapat digunakan untuk kepentingan ilmu pengetahuan dan ilmu terapan lainnya, termasuk kajian ilmu falak.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, Muhammad Faishol. "Akuitas Mata dalam Kriteria Visibilitas Hilal". Semarang: UIN Walisongo, 2018.
- Arkanuddin, Mutoha Muh. Ma'rufin Sudiby. "Kriteria Visibilitas Hilal Rukyatul Hilal Indonesia (RHI) (Konsep, Kriteria, dan Implementasi)". Al-Marshad: *Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-Ilmu Berkaitan*, Vol. 1 No. 1, 2015.
- Audah. "New Criterion for Lunar Crescent Visibility". *Experimental Astronomy*. Vol. 18. 2004.
- Azhari, Susiknan. *Ensiklopedia Hisab Rukyat, Cetakan II*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2008.
- Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, "Data Online Pusat Database-BMKG", dalam <https://www.bmkg.go.id/?lang=ID>, (14 Maret 2022).
- Djamaluddin, Thomas. *Astronomi Memberi Solusi Penyatuan Umat*. Jakarta: LAPAN, 2011.
- Fatoohi, Louay J., dkk. "The Danjon Limit of First Visibility of The Lunar Crescent". *The Observatory*. Vol. 118. April 1998.
- Guessoum, Nidhal, Kiram Meziane. "Visibility of The Thin Lunar Crescent: The Sociology of an Astronomical Problem (A Case Study)". *Journal of Astronomy History and Heritage*. Vol. 4, No. 1. Juni 2001.
- Iswanto. *Mengenal Cuaca dan Iklim di Indonesia*. t.tp.: Pakar Raya, 2018.
- Judhistira Aria Utama, *Praktik Hisab dan Rukyah*, Zoom Meetings, 19 Oktober 2021.
- Kastner, Sidney O. "Calculation of the Twilight Visibility Function of Near-Sun Objects". *The Journal of the Royal Astronomical Society of Canada*. Vol. 7 No. 4. 1976.
- Khazin, Muhyiddin. *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*. Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004.
- Machzumy. "Pengaruh Curah Hujan terhadap Keberhasilan Rukyatul Hilal pada Observatorium Lhoknga Aceh". Samarah: *Jurnal Hukum Keluarga dan Hukum Islam*, Vol. 3, No. 1. Januari-Juni 2019.

- Majelis Tarjih dan Tajdid Pimpinan Pusat Muhammadiyah. *Pedoman Hisab Muhammadiyah*. Yogyakarta: Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah, 2009.
- Muhid, Abdul. *Analisis Statistik Edisi 2*. Sidoarjo: Zifatama Jawara, 2019.
- Mukarram, Akh. *Ilmu Falak Dasar-dasar Hisab Praktis*. Sidoarjo: Grafika Media, 2012.
- Munir, Badrul. “Faktor Atmosfer dalam Visibilitas Hilal Menurut Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG)” Semarang: UIN Walisongo, 2019.
- Ningsih, Rahayu. “Faktor-faktor Kecerahan Langit Senja dan Pengaruhnya Terhadap Nilai Minimum Parameter-parameter Fisis Visibilitas Hilal”. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia, 2014.
- Ridhwan, Mufid. “Analisis Tingkat Keberhasilan Rukyat di LAPAN Watukosek Pasuruan dan Bukit Condrodipo Gresik dengan Kriteria Imkanur Rukyat (Studi Kasus Awal Ramadhan, Syawal, dan Zulhijjah Tahun 1435-14439 H)”. Surabaya: UIN Sunan Ampel, 2019.
- Rufaida, Anis Dyah. *Mengenal Cuaca dan Iklim*. Klaten: Cempaka Putih, 2018.
- S, Khoiriyah Lutfiyah. “Konsep Best Time dalam Visibilitas Hilal dengan Menggunakan Model Kastner”. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia, 2013.
- Salam, Abd. *Ilmu Falak Praktis Waktu Salat, Arah Kiblat, dan Kalender Hijriah*. Surabaya: Fakultas Syari’ah dan Hukum UIN Sunan Ampel Surabaya, tt.
- Satria, Mayo Rizky. “Pengaruh Kecerlangan Langit Terhadap Visibilitas Hilal”. Semarang : UIN Walisongo, 2018.
- Siyoto, Sandu, M. Ali Sodik. *Dasar Metodologi Penelitian*. Yogyakarta: Literasi Media Publishing, 2015.
- Sopwan, Novi, Moedji Raharto. “Karakteristik Parameter Posisi Hilal Elongasi dan Tinggi Bulan Saat Matahari Terbenam di Pelabuhan Ratu Jawa Barat”. *Pros. Seminar Pend. IPA Pascasarjana UM*. Vol. 2. 2017.
- Rahman. “Kriteria Visibilitas Hilal dalam Penentuan Awal Bulan Kamariyah di Makassar Sulawesi Selatan”. Makassar: UIN Alauddin, 2017.
- Rafi’i, Suryatna. *Meteorologi dan Klimatologi*. Bandung: Angkasa, 2010.

- Sudiby, Muh. Ma'rufin. "Observasi Hilal di Indonesia dan Signifikansinya dalam Pembentukan Kriteria Visibilitas Hilal". *Al-Ahkam: Jurnal Pemikiran Hukum Islam*. Vol. 24, No. 1. April 2014.
- Suhardiman. "Kriteria Visibilitas Hilal dalam Penetapan Awal Bulan Kamariah di Indonesia". *Jurnal Khatulistiwa: Journal of Islamic Studies*. Vol. 3, No. 1. Maret 2013.
- Suliyanto. *Statistika Non Parametrik dalam Aplikasi Penelitian*. Yogyakarta: CV Andi Offset, 2014.
- Susilo, Budi. *Mengenal Cuaca & Iklim di Indonesia*. Yogyakarta: DIVA Press, 2021.
- Taman, Badrun, dkk. "Hilal dalam Perspektif Tafsir Al-Quran". *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-Ilmu Berkaitan*. Vol. 7, No. 1. Juni 2021.
- Utama, Judhistira Aria, S. Siregar. "Usulan Kriteria Visibilitas Hilal di Indonesia dengan Model Kastner". *JPFI: Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, Vol. 9, 2013.
- Yallop, BD. "A Methode for Predicting The First Sighting of The New Crescent Moon". *NAO Techival Note*. No.69. 1997.
- Zaman, Qomarus. "Memahami Makna Hilal Menurut Tafsir Al-Quran dan Sains". *Universum*. Vol. 9, No. 1. Januari 2015.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A