

### BAB III

## PEMIKIRAN MUH. MA'RUFIN SUDIBYO TENTANG KRITERIA VISIBILITAS HILAL RHI

### A. Biografi Muh. Ma'rufin Sudibyo

Muh. Ma'rufin Sudibyo lahir di Kebumen, pada 12 Desember 1977. Masa kecil dan remajanya dihabiskan di kota kecil yang terletak di pesisir selatan Jawa Tengah yang terkenal dengan makanan kecil berupa lanting, sate ayam khas Ambal dan Goa Jati Jajarnya ini. Menempuh pendidikan menengahnya di SMAN 1 Kebumen yang diakhirinya pada tahun 1996 dengan hasil yang sangat memuaskan.<sup>1</sup>

Dia sangat gemar menulis sejak SMP dan kian menjadi saat SMA serta setelah hijrah menuju Yogyakarta menempuh pendidikan tinggi di Fakultas Teknik UGM, meski level tulisannya hanyalah bisa bertengger di majalah dinding maupun buletin. Dunia tulis-menulis kian digelutinya selepas pendidikan tinggi dengan lebih memfokuskan diri kepada bidang astronomi, ilmu falak dan astrofisika, meskipun minat serupa ditujukan pula dalam bidang geologi, geografi, sejarah dan arkeologi.

Diamanahi sebagai ketua Tim Ahli pada Badan Hisab dan Rukyat Daerah Kebumen sekaligus mengembangkan LP2IF Rukyatul Hilal Indonesia, Jogja Astro Club, Forum Kajian Ilmu Falak Gombang beserta Majelis Kajian Ilmu Falak Kebumen. Dunia penelitian, pengajaran dan tulis menulis tak ditinggalkannya. Tanpa memperhitungkan *booklet* maupun diktat dan buku terbatas (yang swa cetak hanya untuk konsumsi lokal), sejauh ini telah lima buah buku ditulis dan diterbitkannya, termasuk diantaranya dua buku elektronik. Tak terhitung pula tulisan ilmiah populer yang kerap dipublikasikan lewat media cetak Jawa Tengah maupun media elektronik

---

<sup>1</sup> Muh. Ma'rufin Sudibyo, *Data Observasi Hilal 2007-2009 di Indonesia*, Yogyakarta: LP2IF RHI, 2012, hlm. 30.

nasional. Ia juga tercatat sebagai kontributor *kafeastronomi.com* dan *langitselatan.com*, dua situs web halaman astronomi Indonesia. Ia kerap pula memajang tulisannya pada portal berita populer Indonesia.<sup>2</sup>

Dan saat ini alumnus SMAN 1 Kebumen ini menjadi anggota Tim Hisab Rukyat Kementerian Agama RI. Dengan dipercayanya sebagai anggota Tim Hisab Rukyat Kementerian Agama RI ini menunjukkan bahwa keahliannya dalam ilmu falak maupun astronomi tidak diragukan lagi. Karya-karyanya yang sudah dibukukan antara lain, “*Data Observasi Hilaal 2007-2009 di Indonesia*” diterbitkan oleh LP2IF dan di publikasikan sejak tahun 2012, “*Sang Nabi Pun Berputar (Arah Kiblat dan Tata Cara Pengukurannya)*” mulai terbit dan dipublikasikan sejak tahun 2011, dan “*Ensiklopedia Fenomena Alam dalam al-Qur’an, Mengungkap Rahasia Ayat-Ayat Kauniyah*” terbit tahun 2012.

## **B. Gagasan Pemikiran Muh. Ma’rufin Sudibyo tentang Kriteria Visibilitas Hilal**

### **1. Landasan Pemikiran Muh. Ma’rufin Sudibyo tentang Kriteria Visibilitas hilal**

Sejak Januari 2007 atau Zulhijah 1427 H dan terus berlanjut hingga sekarang. Sehingga secara akumulatif sudah berlangsung selama sembilan tahun. Aktivitas observasi ini berada di bawah tajuk kampanye observasi hilal dan hilal tua Indonesia yang diselenggarakan oleh titik–titik amat di bawah tajuk jejaring RHI. Aktivitas ini dilatarbelakangi oleh dua hal berikut:<sup>3</sup>

Pertama, tidak tersedianya data observasi (rukya) hilal yang valid di Indonesia dalam jumlah mencukupi. Keterbatasan ini terutama karena rukya hilal hanya dipahami dilaksanakan dalam tiga kesempatan saja di sepanjang sebuah

---

<sup>2</sup> Muh. Ma’rufin Sudibyo, *Data Observasi Hilal 2007-2009 di Indonesia,.... ibid*, hlm. 30.

<sup>3</sup> Wawancara dengan Muh. Ma’rufin Sudibyo pada hari Minggu 24 April 2016 di Depok, Jabar.

tahun Hijriah. Yakni guna menentukan awal Ramadan, awal Syawal (untuk penetapan hari raya Idul Fitri) dan awal Zulhijah (sebagai bagian penetapan hari raya Idul Adha). Sebagai gambaran keterbatasan ini, rekapitulasi laporan rukyat hilal yang dihimpun Kementerian Agama RI (d/h Departemen Agama RI) sejak 1967 hingga 1997 hanya menghasilkan 37 data. Sumber lain untuk periode serupa, misalnya dari Penserasian Rukyah dan Takwim Islam (PRTI), juga menghasilkan angka yang hampir serupa, yakni 38 data. Sementara bila mengutip Moh. Ilyas, dalam waktu tujuh tahun hanya tersedia 29 data.

Jumlah data yang terbatas tersebut akan menyusut kembali apabila reduksi data dilaksanakan dalam sebuah analisis ilmiah. Mengingat laporan–laporan rukyat hilal tersebut tak sepenuhnya bersandar pada kegiatan ilmiah, tak dibantu oleh instrumen yang memadai guna memperoleh elemen–elemen posisinya dan belum dilengkapi citra/foto sebagai bukti pendukung. Analisis Djamaluddin dari 37 laporan rukyat hilal yang dihimpun Kementerian Agama RI memperlihatkan hanya 11 diantaranya yang dianggap valid. Sisanya terpaksa dieliminasi, baik karena hilal diklaim terlihat saat hasil perhitungan menunjukkan Bulan sudah terbenam, laporan hanya datang dari satu lokasi saja sementara selisih tinggi Bulan–Matahari berada di bawah nilai kritis Ilyas (yakni  $4^\circ$ ) hingga peluang perukyat keliru mengidentifikasi benda langit terang lain (misalnya Venus atau Merkurius) sebagai hilal terutama bila posisinya berdekatan dengan posisi Bulan pada saat itu. Langkah serupa yang dilaksanakan Moh. Ilyas juga mereduksi 29 data hilal hingga menjadi tinggal 7 saja yang dianggap valid.

Kedua, penentuan awal Ramadan dan dua hari raya di Indonesia hampir tak pernah dilakukan dengan pendekatan ilmiah sebagaimana halnya penentuan satuan waktu (baik detik, hari maupun tahun) yang dilangsungkan dalam kalender

Tarikh Umum (Masehi/Gregorian) masa kini. Di atas kertas, penentuan awal Ramadan dan dua hari raya di Indonesia dilaksanakan berdasarkan hisab dan rukyat. Hisab yang digunakan mengacu pada hisab kontemporer (*haqiqi bittahqiq*), dengan basis “kriteria” *Imkan rukyat*. “Kriteria” ini sendiri sejatinya bukan merupakan kriteria hilal yang berterima secara ilmiah, karena dibentuk sebagai ‘kriteria darurat berbasis asumsi’ hingga lahirnya kriteria baru yang lebih kuat dengan sokongan data ilmiahnya.<sup>4</sup>

Diformulasikan pada 1998 dan kemudian mengalami revisi pada 2011, “kriteria” *Imkan rukyat* selalu mengacu pada laporan rukyat hilal 29 Juni 1984, dimana hilal diklaim terlihat dari Cakung (DKI Jakarta), Pelabuhan Ratu (Jawa Barat) dan Pare-pare (Sulawesi Selatan). Namun laporan rukyat ini termasuk salah satu yang diragukan secara ilmiah, karena pada terdapat Venus dengan posisi sangat dekat dengan posisi Bulan. Sehingga terbuka peluang perukyat keliru melihat, dimana Venus dikira sebagai hilal. Laporan rukyat yang kontroversial inilah yang dijadikan dasar untuk merumuskan parameter–parameter “kriteria”, yang terdiri dari :

- a). Tinggi Bulan minimal  $2^{\circ}$  (dari ufuk hingga ke piringan terbawah Bulan) dan umur Bulan minimal 8 jam, atau
- b). Tinggi Bulan minimal  $2^{\circ}$  (dari ufuk hingga ke piringan terbawah Bulan) dan elongasi Bulan–Matahari minimal  $3^{\circ}$ .

Dalam praktiknya, sepanjang terdapat laporan terlihatnya hilal pada saat hisab kontemporer memperlihatkan tinggi Bulan minimal  $2^{\circ}$  (dari ufuk hingga ke

---

<sup>4</sup> Wawancara dengan Muh. Ma’rufin Sudibyo pada hari Minggu 24 April 2016 di Depok, Jabar.

piringan terbawah Bulan) saat Matahari terbenam pasca ijtima', maka laporan tersebut akan langsung diterima tanpa melalui evaluasi lebih lanjut secara ilmiah.<sup>5</sup>

Kriteria Imkan Rukyat ini diberlakukan secara *wilayatul hukmi* dan menjadi basis penyusunan kalender, taqwim standar serta filter bagi laporan rukyatul hilal. Kriteria ini berdasarkan elemen posisi Bulan dalam *rukayatul hilal* 29 Juni 1984 TU ( penentuan 1 Syawal 1404 H), dimana Bulan sebagai hilal dilaporkan teramati di Jakarta, Pelabuhan Ratu (Jabar) dan Parepare (Sulsel). Tinggi Bulan tersebut lantas di aplikasikan secara homogen pada seluruh nilai DAz.

Keberatan pada “kriteria” ini selain karena sifat kompromisnya, juga karena pada 29 Juni 1984 itu dilangit barat Venus dan Merkurius berdekatan dengan Bulan. Kedua planet ini memiliki potensi terlihat jauh lebih besar kecerahannya (*brightness*) bisa ratusan kali lebih besar dibanding Bulan sehingga memiliki kontras lebih besar dibanding hilal. Besar kemungkinan apa yang disaksikan saat itu adalah “hilal palsu”. Disisi lain, posisi bulan pada 29 Juni 1984 TU saat matahari terbenam masih jauh di bawah ambang batas menurut hilal empirik baik berbasis alat optik maupun tidak. Sehingga kriteria Imkan Rukyat tergolong hilal asumtif.”<sup>6</sup>

Selain masalah kualitas data, Indonesia pada khususnya dan daerah tropis pada umumnya juga mempunyai masalah lain yaitu terlalu sedikitnya jumlah data yang valid dan reliabel<sup>7</sup>. Sebagai pembandingan terhadap data Kementerian Agama RI diatas, PRTI (Penseransian Rukyah dan Takwim Islam) pun hanya mempunyai

---

<sup>5</sup>Wawancara dengan Muh. Ma'rufin Sudibyo pada hari Minggu 24 April 2016 di Depok, Jabar.

<sup>6</sup> Muh. Ma'rufin Sudibyo, *Data Observasi Hilal 2007-2009 di Indonesia, ....Ibid*, hlm. 6.

<sup>7</sup> Valid = menurut cara yang semestinya, shahih. Reliabel= mempunyai hasil yang sama pada setiap percobaan yang berhasil.

38 data observasi positif<sup>8</sup> untuk kurun waktu yang hampir sama. Demikian juga pada basis data ICOP, dari 737 data hanya 51 (6,9%) yang berasal dari daerah tropis. Pun demikian dalam basis data Yallop, dari 295 data hanya 28 (9,5%) yang berasal dari daerah tropis.

Dalam keterbatasan itu sempat dilakukan upaya perbaikan “kriteria” imkanur rukyat seperti dilakukan Djameluddin<sup>9</sup> yang melahirkan kriteria LAPAN 2000 dengan bentuk  $a_D \geq 0,14 DAz^2 - 1,83 DAz + 9,11$  (secara *toposentrik* dan *airless*). Kriteria ini disusun hanya berdasarkan data observasi positif Kementerian Agama RI yang dianggap valid. Perbaikan ulang menghasilkan kriteria LAPAN 2009 dengan bentuk:

- a.  $a_D \geq 4^\circ$
- b.  $a_L \geq 6,8^\circ$

kriteria LAPAN 2009 menyaratkan kedua aspeknya terpenuhi. Kriteria perbaikan ini disusun berdasarkan teorema Ilyas dan basis data ICOP. Sementara Kementerian Agama RI pada tahun 2011 TU juga merevisi “kriteria” Imkan Rukyat menjadi:

- a.  $h \geq 2^\circ$  dan  $a_L \geq 3^\circ$
- b.  $h \geq 2^\circ$  dan umur Bulan saat Matahari terbenam  $\geq 8$  jam pasca konjungsi.<sup>10</sup>

---

<sup>8</sup> Data observasi positif: data yang menyatakan terlihatnya Bulan sebagai hilal.

<sup>9</sup> Thomas Djameluddin adalah cendekiawan Muslim Kontemporer yang juga Profesor riset di LAPAN (Lembaga Antariksa dan Penerbangan Nasional) dengan fokus pada riset Matahari dan Antariksa. Hingga 2009 TU ia juga dikenal sebagai satu-satunya cendekiawan Indonesia yang memfokuskan diri pada analisis visibilitas sekaligus menyusun kriteria visibilitas bagi Indonesia, yang kemudian lebih dikenal sebagai kriteria LAPAN.

<sup>10</sup> Seperti halnya “kriteria” 1998, revisi 2011 ini juga dihasilkan dalam pertemuan ahli falak Indonesia di hotel Grand Ussu, Cisarua (Jawa Barat) pada september 2011 dan lebih menekankan asas kompromistis ketimbang realitas berbasiskan data valid dan reliabel.

Berbeda dengan kriteria LAPAN 2009, revisi “kriteria” Imkanur Rukyat ini hanya menyaratkan cukup salah satu butir saja yang terpenuhi.<sup>11</sup>

## **2. Konsep Muh. Ma’rufin Sudibyo tentang Kriteria Visibilitas Hilal RHI**

Sejak Januari 2007 hingga Desember 2009 dilakukan observasi secara terus menerus. Aktivitas observasi ini berada di bawah tajuk kampanye observasi hilal dan hilal tua Indonesia yang diselenggarakan oleh titik–titik amat di bawah tajuk jejaring RHI. Observasi yang dilakukan secara terus menerus ini bertujuan untuk menciptakan Basis Data Visibilitas Indonesia yang berisi data visibilitas Bulan sebagai hilal dan hilal tua di Indonesia, baik observasi positif maupun negatif.

Kampanye observasi berlangsung pada setiap pergantian bulan hijriah sehingga tidak terbatas pada awal Ramadan, Syawal, Zulhijah semata. Target obyektif kampanye observasi adalah Bulan sebagai hilal dan hilal tua. Hilal secara operasional didefinisikan sebagai lengkungan/ sabit cahaya tertipis (pada posisi Bulan) dengan umur termuda pasca konjungsi yang terlihat hanya setelah terbenamnya Matahari. Sementara hilal tua adalah kebalikannya, yang secara operasional didefinisikan sebagai lengkungan/sabit cahaya tertipis (pada posisi Bulan) dengan umur tertua pasca konjungsi yang terlihat hanya sebelum terbitnya Matahari.<sup>12</sup>

Output diklasifikasikan ke dalam data observasi positif dan negatif. Untuk data observasi positif, dengan mengikuti saran Audah, pengolahan data dilakukan pada saat *best time* aktual. Sementara pengolahan data observasi negatif berdasarkan waktu terbenam Matahari (pada hilal) dan terbitnya Matahari (pada hilal tua). Data selanjutnya mengalami reduksi dengan membandingkan kondisi

---

<sup>11</sup> Muh. Ma’rufin Sudibyo, *Data Observasi Hilal 2007-2009 di Indonesia*, .... *ibid*, hlm.7.

<sup>12</sup> Muh. Ma’rufin Sudibyo, *Data Observasi Hilal 2007-2009 di Indonesia*, ....*ibid*, hlm.8.

langit lokal secara kualitatif, baik berdasarkan laporan pengamat ataupun citra satelit spektrum visual. Jika kondisi langit tidak memungkinkan Matahari terlihat sejak sejam sebelum terbenam, maka data observasi positif maupun negatif akan di eliminasi.

Hingga Desember 2009 TU (Zulhijah 1430 H) kampanye observasi yang telah berlangsung selama 37 bulan berturut-turut telah menghasilkan 107 data observasi positif dan 67 data observasi negatif. Sehingga secara akumulatif terhimpun 174 data atau rata-rata 4,65 data per bulan. Data ditabulasikan secara terpisah antara yang positif dan negatif, kemudian dianalisis secara *least-square* dengan bantuan *spreadsheet* Microsoft Excell tanpa dibedakan apakah visibilitas hanya dengan mata telanjang ataukah dengan alat bantu optik. Seluruh data ini kemudian dinamakan Basis Data Visibilitas Indonesia (BDVI).<sup>13</sup>

**DATA VISIBILITAS POSITIF DALAM BASIS DATA RHI SEBAGAI HASIL KAMPANYE OBSERVASI  
HILAL/HILAL TUA 1427 - 1430 H (2007 - 2009 M)**

No	Pengamat	Lintang	Bujur	Ele vasi	Tanggal	Status	$\alpha$	DAz	$\alpha_L$	Fase	W	Delta best time	Lag	Umur Bulan	Alat Bantu Optik
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
1.	Ma'rufin	-7,667	109,667	21	18-Jan-07	hilal tua	14,918	4,895	15,696	2,1	0,59	27	68	-29,81	-
2.	Ma'rufin	-7,667	109,667	21	18-Mar-07	hilal tua	14,749	4,988	15,563	2,07	0,61	18	62	-28,21	-
3.	Ma'rufin	-7,667	109,667	21	14-Jun-07	hilal tua	15,535	5,116	16,348	2,27	0,66	49	70	-29,13	-
4.	Ma'rufin	-7,667	109,667	21	16-Jun-07	hilal	15,675	6,921	17,121	2,46	0,71	20	74	31,6	-
5.	Mutoha	-8,067	110,317	40	16-Jun-07	hilal	15,352	7,402	17,02	2,42	0,7	9	73	31,37	Binokuler
6.	AR Sugeng Riyadi	-7,550	110,767	111	16-Jun-07	hilal	15,949	6,421	17,188	2,48	0,72	33	73	31,77	-
7.	Ma'rufin	-7,667	109,667	21	13-Jul-07	hilal tua	17,768	9,337	20,054	3,31	0,98	39	82	-37,73	-
8.	Ma'rufin	-7,617	110,150	4	10-Sep-07	hilal tua	14,412	10,05	17,534	2,54	0,71	9	61	-38,24	Binokuler
9.	Mutoha	-7,700	110,367	114	10-Sep-07	hilal tua	14,44	10,06	17,571	2,55	0,71	12	61	-38,32	-
10.	AR Sugeng Riyadi	-7,550	110,767	111	10-Sep-07	hilal tua	14,399	10,07	18,274	2,54	0,71	6	61	-38,24	-
11.	Mutoha	-8,067	110,317	40	12-Sep-07	hilal	8,548	4,697	9,751	0,85	0,21	19	35	22,15	-
12.	Abdul Muid Zahid	-7,167	112,617	120	12-Oct-07	hilal	10,941	7,592	13,306	1,5	0,4	10	47	29,51	Binokuler
13.	Abdul Muid Zahid	-7,167	112,617	120	12-Oct-07	hilal	11,128	7,465	13,394	1,52	0,4	24	47	29,74	-
14.	AR Sugeng Riyadi	-7,650	110,817	110	8-Dec-07	hilal tua	19,733	0,896	19,753	3,22	0,87	21	89	-43,79	-
15.	Mutoha	-8,067	110,317	0	9-Jan-08	hilal	10,771	1,493	10,874	1,06	0,27	28	48	23,37	Binokuler
16.	AR Sugeng Riyadi	-7,700	110,733	98	7-Jan-08	hilal tua	17,034	3,664	17,418	2,54	0,69	14	79	-37,37	-

<sup>13</sup> Muh. Ma'rufin Sudibyo, *Data Observasi Hilal 2007-2009 di Indonesia*, Yogyakarta: Lembaga Pengkajian dan Pengembangan Ilmu Falak, 2012, hlm. 11.



17.	AR Sugeng Riyadi	-7,700	110,733	98	5-Apr-08	hilal tua	15,98	1,895	16,092	2,21	0,64	28	66	-29,69	-
18.	Abdul Muid Zahid	-7,117	112,600	15	7-Apr-08	hilal	11,869	13,16	17,654	2,55	0,78	-1	53	30,55	Binokuler
19.	Abdul Muid Zahid	-7,117	112,600	15	7-Apr-08	hilal	12,217	12,96	17,787	2,59	0,79	16	53	30,83	-
20.	AR Sugeng Riyadi	-7,550	110,767	111	4-May-08	hilal tua	21,705	0,161	21,706	3,88	1,18	15	93	-37,89	-
21.	Abdul Muid Zahid	-7,167	112,617	120	6-May-08	hilal	9,128	9,842	13,414	1,52	0,46	12	102	22,21	Binokuler
22.	Ma'rufin	-7,667	109,667	21	5-Jun-08	hilal	20,437	9,651	22,515	4,12	1,27	0	99	39,09	Binokuler
23.	Ma'rufin	-7,667	109,667	21	5-Jun-08	hilal	20,76	9,073	22,605	4,16	1,28	12	99	39,29	-
24.	Abdul Muid Zahid	-7,117	112,600	15	5-Jun-08	hilal	20,29	9,657	22,37	4,07	1,26	-5	99	38,82	Binokuler
25.	Syarif Hidayat	-6,133	106,750	30	5-Jun-08	hilal	21,625	7,543	22,884	4,27	1,31	33	100	39,86	-
26.	Arief Syamsu	-31,930	115,767	0	5-Jun-08	hilal	14,204	17,19	22,248	3,95	1,24	22	84	38,24	-
27.	AR Sugeng Riyadi	-7,550	110,767	111	5-Jun-08	hilal	20,639	9,195	22,535	4,13	1,27	8	99	39,16	-
28.	AR Sugeng Riyadi	-7,700	110,733	98	2-Jul-08	hilal tua	14,251	7,219	15,965	2,16	0,64	23	67	-27,83	-
29.	AR Sugeng Riyadi	-7,700	110,733	98	2-Jul-08	hilal tua	13,904	7,648	15,846	2,13	0,63	8	67	-27,56	Binokuler
30.	Ma'rufin	-7,667	109,667	21	4-Jul-08	hilal	17,591	2,345	17,743	2,65	0,78	7	80	32,36	Binokuler
31.	Ma'rufin	-7,667	109,667	21	4-Jul-08	hilal	17,726	1,963	17,833	2,68	0,79	18	80	32,54	-
32.	AR Sugeng Riyadi	-7,700	110,733	98	4-Jul-08	hilal	17,502	2,489	17,673	2,63	0,78	2	80	32,2	-
33.	Mutoha	-8,017	110,317	0	4-Jul-08	hilal	17,558	2,445	17,724	2,64	0,78	8	80	32,33	-
34.	Ismail Fahmi	-7,033	106,550	50	4-Jul-08	hilal	18,071	1,131	18,106	2,76	0,81	35	81	33,06	Teleskop
35.	Abdul Muid Zahid	-7,117	112,600	15	4-Jul-08	hilal	17,239	2,924	17,473	2,57	0,76	-15	80	31,83	Binokuler
36.	Abdul Muid Zahid	-7,117	112,600	15	4-Jul-08	hilal	17,521	2,125	17,647	2,62	0,77	7	80	32,19	-
37.	Arief Syamsu	-31,97	115,917	0	4-Jul-08	hilal	15,038	9,15	17,584	2,58	0,77	53	80	31,91	-
38.	Abdul Muid Zahid	-7,167	112,617	120	2-Aug-08	hilal	12,301	2,819	12,618	1,4	0,39	20	53	24,59	Binokuler
39.	Ma'rufin	-6,117	106,917	34	29-Aug-08	hilal tua	20,159	12,18	23,454	4,43	1,33	8	88	-45,13	Binokuler
40.	Abdul Muid Zahid	-7,167	112,617	120	31-Aug-08	hilal	5,792	4,337	7,234	0,49	0,13	7	24	14,6	Binokuler
41.	Abdul Muid Zahid	-7,167	112,617	120	1-Sep-08	hilal	17,317	8,761	19,316	3,06	0,88	-12	72	38,28	Binokuler
42.	Abdul Muid Zahid	-7,167	112,617	120	31-Aug-08	hilal	5,768	4,314	7,201	0,49	0,12	3	24	14,51	-
43.	Arief Syamsu	-31,970	115,917	0	1-Sep-08	hilal	19,167	0,088	19,167	3,05	0,86	15	94	38,22	Teleskop
44.	Ma'rufin	-7,667	109,667	21	27-Sep-08	hilal tua	24,734	14,94	28,6	6,44	1,93	-7	105	-57,59	-
45.	Ma'rufin	-7,667	109,667	21	27-Sep-08	hilal tua	24,467	15,57	28,458	6,36	1,91	-29	105	-57,2	Binokuler
46.	Ma'rufin	-7,667	109,667	21	28-Sep-08	hilal tua	15,108	6,694	16,515	2,29	0,64	21	62	-34,05	-
47.	Ma'rufin	-7,667	109,667	21	28-Sep-08	hilal tua	14,933	6,688	16,315	2,23	0,63	-6	62	-33,6	Binokuler
48.	AR Sugeng Riyadi	-7,550	110,767	111	28-Sep-08	hilal tua	15,058	6,655	16,443	2,27	0,64	6	62	-33,89	-
49.	Abdul Muid Zahid	-7,167	112,617	120	30-Sep-08	hilal	10,262	7,999	13,002	1,44	0,39	11	43	26,35	-
50.	Abdul Muid Zahid	-7,167	112,617	120	30-Sep-08	hilal	10,262	7,999	13,002	1,44	0,39	11	43	26,35	Binokuler
51.	Ma'rufin	-7,667	109,667	21	27-Oct-08	hilal tua	21,815	7,762	23,116	4,33	1,23	14	91	-49,16	-
52.	Ma'rufin	-7,667	109,667	21	27-Oct-08	hilal tua	21,811	7,475	22,987	4,27	1,22	-5	91	-48,85	Binokuler
53.	Mutoha	-8,017	110,317	0	30-Oct-08	hilal	14,743	7,603	16,557	2,29	0,62	25	65	35,69	binokuler
54.	Abdul Muid Zahid	-7,117	112,600	15	30-Oct-08	hilal	14,247	8,206	16,415	2,24	0,61	9	64	35,25	binokuler
55.	Abdul Muid Zahid	-7,117	112,600	15	30-Oct-08	hilal	14,356	8,071	16,45	2,25	0,61	15	64	35,35	-
56.	Mahmud	-6,117	106,867	0	31-Oct-08	hilal	24,876	11,47	27,238	5,87	1,65	n.a.	115	59,47	teleskop
57.	AR Sugeng Riyadi	-7,700	110,733	98	26-Dec-08	hilal tua	16,718	1,184	16,814	2,37	0,63	13	77	-38,21	-
58.	AR Sugeng Riyadi	-7,700	110,733	98	26-Dec-08	hilal tua	16,636	2,087	16,763	2,36	0,63	5	77	-38,07	binokuler
59.	AR Sugeng Riyadi	-7,700	110,733	98	24-Apr-09	hilal tua	15,461	1,172	15,505	2,06	0,58	21	66	-29,04	-
60.	AR Sugeng	-7,700	110,733	98	24-Apr-09	hilal tua	15,406	1,283	15,459	2,05	0,58	15	66	-28,94	binokuler

	Riyadi														
61.	Abdul Muid Zahid	-7,167	112,617	120	26-Apr-09	hilal	12,551	2,267	17,268	2,45	0,73	15	56	31,24	-
62.	Abdul Muid Zahid	-7,167	112,617	120	26-Apr-09	hilal	12,576	2,267	17,276	2,46	0,73	16	56	31,26	binokuler
63.	AR Sugeng Riyadi	-7,700	110,733	98	21-Jun-09	hilal tua	24,007	9,163	25,583	5,25	1,62	-7	116	-44,61	binokuler
64.	Mutoha	-7,767	110,367	114	21-Jun-09	hilal tua	24,148	8,807	25,616	5,27	1,63	n.a.	116	-44,7	-
65.	Moedji Raharto	-6,900	107,600	700	21-Jun-09	hilal tua	24,267	8,185	25,538	5,25	1,62	n.a.	116	-44,58	-
66.	Yhonny Siregar	-6,683	106,867	600	21-Jun-09	hilal tua	24,29	5,981	25,517	5,24	1,61	n.a.	116	-44,55	-
67.	Ma'rufin	-6,717	108,567	4	21-Jun-09	hilal tua	24,355	8,054	25,584	5,26	1,62	4	116	-44,66	-
68.	AR Sugeng Riyadi	-7,700	110,733	98	22-Jun-09	hilal tua	24,744	7,444	25,807	5,37	1,65	23	51	-45,11	-
69.	Yhonny Siregar	-6,683	106,867	600	24-Jun-09	hilal	22,033	2,791	22,198	4,04	1,24	n.a.	101	39,2	-
70.	Novi Sopwan	-6,900	107,600	700	24-Jun-09	hilal	22,426	1,342	22,466	4,15	1,27	35	101	39,74	-
71.	Ma'rufin	-7,767	110,367	114	24-Jun-09	hilal	21,779	3,386	22,029	3,98	1,22	0	100	38,9	-
72.	Arief Syamsu	-31,930	115,767	0	24-Jun-09	hilal	17,792	12,44	21,656	3,81	1,18	21	102	38,05	-
73.	Abdul Muid Zahid	-7,167	112,617	120	24-Jun-09	hilal	21,652	3,382	21,901	3,93	1,21	-6	100	38,67	binokuler
74.	AR Sugeng Riyadi	-7,700	110,733	98	24-Jun-09	hilal	21,733	3,467	21,994	3,98	1,22	-3	100	38,84	binokuler
75.	Mahmud	-6,150	106,833	26	24-Jun-09	hilal	22,221	2,001	22,308	4,08	1,25	15	101	39,42	-
76.	Mahmud	-6,150	106,833	26	24-Jun-09	hilal	22,221	2,001	22,308	4,08	1,25	15	101	39,42	teleskop
77.	AR Sugeng Riyadi	-7,700	110,733	98	21-Jul-09	hilal tua	14,203	6,841	15,754	2,11	0,63	18	65	-27,97	-
78.	AR Sugeng Riyadi	-7,700	110,733	98	23-Jul-09	hilal	17,654	3,249	17,94	2,7	0,81	-4	77	31,93	binokuler
79.	AR Sugeng Riyadi	-7,700	110,733	98	23-Jul-09	hilal	17,673	3,38	17,984	2,72	0,82	1	77	32,01	-
80.	Iwan Kuswidi	-7,767	110,367	114	23-Jul-09	hilal	17,787	4,011	18,229	2,79	0,84	27	77	32,46	-
81.	AR Sugeng Riyadi	-7,700	110,733	98	19-Aug-09	hilal tua	17,495	9,355	19,781	3,23	0,99	3	78	-35,29	-
82.	Mutoha	-7,867	110,467	395	21-Aug-09	hilal	12,109	6,713	13,833	1,64	0,48	8	51	24,73	teleskop
83.	Mutoha	-7,867	110,467	395	21-Aug-09	hilal	12,134	6,77	13,887	1,66	0,48	14	51	24,83	binokuler
84.	Mutoha	-7,867	110,467	395	21-Aug-09	hilal	12,179	6,872	13,978	1,68	0,49	24	51	24,93	-
85.	Iwan Kuswidi	-8,00	110,267	3,5	21-Aug-09	hilal	12,154	6,734	13,886	1,66	0,48	16	51	24,83	-
86.	Ma'rufin	-7,717	109,400	0	21-Aug-09	hilal	12,226	6,983	14,072	1,7	0,49	32	51	25,16	-
87.	Ahmad Izzudin	-6,967	110,433	100	19-Sep-09	hilal	6,122	7,018	9,307	0,76	0,21	5	26	15,86	binokuler
88.	Ahmad Izzudin	-6,967	110,433	100	19-Sep-09	hilal	6,122	7,018	9,307	0,76	0,21	n.a.	26	15,86	-
89.	Ma'rufin	-7,983	112,633	400	20-Sep-09	hilal	18,577	11,15	21,573	3,78	1,12	0	79	39,68	binokuler
90.	AR Sugeng Riyadi	-7,700	110,733	98	20-Sep-09	hilal	18,535	11,33	21,609	3,78	1,13	-3	79	39,73	-
91.	Mutoha	-7,767	110,367	114	20-Sep-09	hilal	18,607	11,25	21,647	3,8	1,13	0	79	39,81	-
92.	Arief Syamsu	-31,970	115,917	0	17-Oct-09	hilal tua	12,87	11,32	17,103	2,41	0,71	9	62	-32,05	-
93.	Arief Syamsu	-31,970	115,917	0	17-Oct-09	hilal tua	12,87	11,24	17,021	2,39	0,7	-1	62	-31,88	teleskop
94.	AR Sugeng Riyadi	-7,700	110,733	98	17-Oct-09	hilal tua	15,986	4,168	16,506	2,3	0,66	-2	67	-31,25	binokuler
95.	AR Sugeng Riyadi	-7,700	110,733	98	19-Oct-09	hilal	12,889	8,06	15,192	1,94	0,55	20	56	29,27	binokuler
96.	Abdul Muid Zahid	-7,167	112,617	120	19-Oct-09	hilal	12,457	8,438	15,017	1,89	0,53	3	55	28,85	binokuler
97.	Abdul Muid Zahid	-7,167	112,617	120	19-Oct-09	hilal	12,864	8,078	15,18	1,94	0,54	27	55	29,25	-
98.	Arief Syamsu	-31,970	115,917	0	19-Oct-09	hilal	14,991	1,511	15,066	1,94	0,54	22	77	29,27	teleskop
99.	Ismail Fahmi	-7,033	106,550	53	19-Oct-09	hilal	12,636	8,523	15,211	1,94	0,55	3	56	29,25	teleskop
100.	Ismail Fahmi	-7,033	106,550	53	19-Oct-09	hilal	12,993	8,198	15,354	1,98	0,56	24	56	29,6	-
101.	Mutoha	-7,867	110,467	395	19-Oct-09	hilal	12,487	8,442	15,024	1,89	0,54	-7	56	29,47	binokuler
102.	Ma'rufin	-6,717	108,567	4	17-Oct-09	hilal tua	16,08	4,093	16,588	2,33	0,67	21	67	-31,45	-
103.	Ma'rufin	-6,717	108,567	4	17-Oct-09	hilal tua	16,034	3,96	16,509	2,31	0,66	11	67	-31,28	binokuler

104.	Abdul Muid Zahid	-7,167	112,617	120	17-Nov-09	hilal	6,199	4,616	7,728	0,55	0,14	8	28	15,34	binokuler
105.	Abdul Muid Zahid	-7,167	112,617	120	17-Nov-09	hilal	6,215	4,605	7,733	0,55	0,14	9	28	15,36	-
106.	Ismail Fahmi	-7,033	106,550	53	17-Dec-09	hilal	10,03	0,24	10,033	0,91	0,23	24	45	23,39	teleskop
107.	AR Sugeng Riyadi	-7,700	110,733	98	15-Dec-09	hilal tua	17,508	0,394	17,512	2,57	0,7	17	80	-38,03	binokuler

Keterangan :

(1) = nomor referensi, (3) = lintang titik pengamatan (negatif adalah Selatan), (4) = bujur titik pengamatan (positif adalah Timur), (5) = elevasi titik pengamatan (meter dpl), (7) = status obyek yang diamati, (8) = separasi altitude Bulan dan Matahari (derajat), (9) = separasi azimuth Bulan dan Matahari (derajat), (10) = elongasi Bulan (derajat), (11) = fase Bulan (persen), (12) = lebar sabit Bulan (menit busur), (13) = delta best time (menit), (14) = Lag Bulan (menit), (15) = Umur Bulan (jam, negatif adalah sebelum konjungsi).

**DATA VISIBILITAS NEGATIF DALAM BASIS DATA RHI SEBAGAI HASIL KAMPANYE OBSERVASI HILAL/HILAL TUA 1427 - 1430 H (2007 - 2009 M)**

No	Pengamat	Lintang	Bujur	Elevasi	Tanggal	Status	$\alpha_D$	DAz	$\alpha_L$	Fase	W	Umur Bulan	Alat Bantu Optik
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1.	Ma'rufin	-6,683	-108,550	4	30-Aug-08	hilal tua	9,232	4,846	10,417	0,97	0,26	-21,13	binokuler
2.	Ma'rufin	-7,717	-109,400	0	31-Aug-08	Hilal	5,886	4,262	7,263	0,49	0,13	14,67	binokuler
3.	Mutoha	-8,067	-110,317	40	31-Aug-08	Hilal	5,886	4,213	7,234	0,49	0,13	14,62	binokuler
4.	M. Najib	-7,883	-109,983	0	31-Aug-08	Hilal	5,879	4,235	7,241	0,49	0,13	14,61	binokuler
5.	Ma'rufin	-7,667	-109,667	21	5-May-08	hilal tua	7,674	3,484	8,424	0,67	0,18	13,54	binokuler
6.	Abdul Muid Zahid	-7,117	-112,600	15	29-Oct-08	Hilal	3,147	5,976	6,752	0,4	0,1	11,1	binokuler
7.	AR Sugeng Riyadi	-7,700	-110,733	98	28-Dec-08	Hilal	9,442	0,095	9,442	0,81	0,2	22,52	-
8.	Mutoha	-8,083	-111,900	100	28-Dec-08	Hilal	9,409	0,153	9,41	0,81	0,2	22,45	-
9.	Noviar Firdaus	-6,400	-106,800	100	24-Apr-09	hilal tua	6,922	4,059	8,043	0,61	0,16	-13,21	-
10.	AR Sugeng Riyadi	-7,700	-110,733	98	25-Apr-09	Hilal	0,19	6,23	6,233	0,31	0,1	7,11	binokuler
11.	Abdul Muid Zahid	-7,167	-112,617	120	25-Apr-09	Hilal	0,192	6,19	6,192	0,3	0,09	6,99	binokuler
12.	Abdul Muid Zahid	-7,167	-112,617	120	25-Apr-09	Hilal	0,192	6,19	6,192	0,3	0,09	6,99	-
13.	Yhonny Siregar	-6,683	-106,867	600	23-May-09	hilal tua	20,525	3,55	20,818	3,57	1,06	-37,25	-
14.	Mahmud	-6,150	-106,833	26	25-May-09	Hilal	10,345	7,362	12,675	1,39	0,4	22,5	-
15.	Arief Syamsu	-31,933	-115,967	0	25-May-09	Hilal	4,973	11,26	12,297	1,23	0,38	21,11	-
16.	Ma'rufin	-6,717	-108,567	4	25-May-09	Hilal	10,189	7,466	12,609	1,37	0,4	22,37	-
17.	T. Djamaluddin	-6,900	-107,600	700	25-May-09	Hilal	10,273	7,443	12,669	1,38	0,4	22,49	binokuler
18.	Abdul Muid Zahid	-7,167	-112,617	120	23-Jun-09	hilal	7,438	2,794	7,943	0,6	0,16	14,77	binokuler
19.	Herry Sudjono	-6,317	-107,033	100	23-Jun-09	Hilal	7,722	2,656	8,163	0,64	0,17	15,17	-
20.	Ma'rufin	-8,067	-110,317	40	23-Jun-09	Hilal	7,453	2,955	8,014	0,61	0,16	14,89	-
21.	Mutoha	-8,067	-110,317	40	23-Jun-09	Hilal	7,453	2,955	8,014	0,61	0,16	14,89	binokuler
22.	AR Sugeng Riyadi	-7,700	-110,733	98	22-Jul-09	hilal tua	0,936	1,026	1,389	0,04	0	-3,67	-
23.	Iwan Kuswidi	-7,767	-110,367	114	21-Jul-09	hilal tua	13,818	7,295	15,594	2,06	0,62	-27,66	-
24.	AR Sugeng Riyadi	-7,700	-110,733	98	20-Aug-09	hilal tua	5,66	1,45	5,842	0,36	0,09	-11,26	-
25.	Iwan Kuswidi	-7,767	-110,367	114	20-Aug-09	hilal tua	5,64	1,455	5,824	0,35	0,09	-11,22	-
26.	Usman	-5,217	-97,033	56	20-Aug-09	Hilal	-1,224	2,665	2,932	0,05	0,02	1,66	Binokuler
27.	Usman	-5,217	-97,033	56	21-Aug-09	Hilal	10,712	9,808	14,488	1,76	0,52	25,65	Binokuler
28.	Mutoha	-8,067	-110,317	40	20-Aug-09	Hilal	-1,196	2,459	2,734	0,05	0,02	0,58	Binokuler
29.	Mahmud	-7,033	-106,550	53	19-Sep-09	Hilal	6,23	7,056	9,403	0,77	0,22	16,06	Binokuler

30.	AR Sugeng Riyadi	-7,700	-110,733	98	18-Oct-09	hilal tua	4,854	2,461	5,441	0,31	0,07	-7,28	binokuler
31.	AR Sugeng Riyadi	-7,700	-110,733	98	18-Oct-09	Hilal	0,385	5,474	5,487	0,24	0,07	4,93	Binokuler
32.	Abdul Muid Zahid	-7,167	-112,617	120	18-Oct-09	Hilal	0,268	5,469	5,476	0,24	0,07	4,8	Binokuler
33.	Arief Syamsu	-31,967	-115,917	0	18-Oct-09	Hilal	2,517	4,426	5,091	0,24	0,06	4,89	Teleskop
34.	Iwan Kuswidi	-6,700	-106,967	1041	19-Oct-09	Hilal	12,57	8,598	15,199	1,94	0,55	29,22	-
35.	Mutoha	-8,067	-110,317	40	17-Dec-09	Hilal	9,763	0,07	9,763	0,87	0,22	22,8	Teleskop
36.	AR Sugeng Riyadi	-7,700	-110,733	98	17-Dec-09	Hilal	9,748	0,139	9,749	0,86	0,22	22,77	Binokuler
37.	Abdul Muid Zahid	-7,167	-112,617	120	17-Dec-09	Hilal	9,683	0,259	9,687	0,85	0,21	22,63	Binokuler

Keterangan :

- (1) = nomor referensi, (3) = lintang titik pengamatan (negatif adalah Selatan), (4) = bujur titik pengamatan (positif adalah Timur), (5) = elevasi titik pengamatan (meter dpl), (7) = status obyek yang diamati, (8) = separasi altitude Bulan dan Matahari (derajat), (9) = separasi azimuth Bulan dan Matahari (derajat), (10) = elongasi Bulan (derajat), (11) = fase Bulan (persen), (12) = lebar sabit Bulan (menit busur), (13) = Umur Bulan (jam, negatif adalah sebelum konjungsi).

Selama 37 bulan kalender Hijriah tersebut secara berturut–turut telah diperoleh 107 data positif dan 67 data negatif. Sehingga secara keseluruhan ada 174 data visibilitas atau rata–rata dihasilkan 4,65 data per bulan kalender Hijriah. Data–data positif dan negatif ditabulasikan terpisah dan kemudian dianalisis secara least–square dengan dibantu spreadsheet Microsoft Excell. Baik pada data positif maupun negatif, tidak ada pembedaan data yang diperoleh dengan alat bantu optik maupun tanpa alat bantu optik. Seluruh data kemudian ditampilkan dalam grafik dengan sumbu x dan sumbu y yang berbeda–beda. Namun hasil yang paling menarik ada pada dua grafik. Yang pertama adalah grafik dengan sumbu x berupa beda azimuth Bulan–Matahari dan sumbu y berupa selisih tinggi (altitud) Bulan–Matahari. Sementara yang kedua adalah grafik dengan sumbu x berupa beda Lag dan sumbu y berupa *Best Time*. *Best Time* didefinisikan sebagai selisih waktu antara saat Matahari terbenam dengan saat hilal tepat mulai terlihat, atau saat hilal tua tepat mulai menghilang dengan saat Matahari terbit. *Best Time* menjadi ciri khas data positif dan tak dimiliki oleh data negatif.<sup>14</sup>

<sup>14</sup> Wawancara dengan Muh. Ma’rufin Sudibyo pada hari Minggu 24 April 2016 di Depok, Jabar.

Ma'rufin berpendapat grafik pertama cukup penting karena mengandung apa yang disebut sebagai kriteria visibilitas hilal yang baru (atau kriteria baru) untuk Indonesia. Sebuah kriteria visibilitas baru dapat disusun dari Basis Data Visibilitas Indonesia dengan mengikuti langkah yang disarankan al-Biruni pada 9 abad silam. Langkah tersebut kemudian diikuti Fotheringham, Maunder dan Schoch yang menggunakan variabel selisih tinggi Bulan–Matahari ( $a_D$ ) dan selisih azimuth Bulan–Matahari ( $DA_z$ ). Langkah seperti ini dikenal sebagai langkah penyusunan kriteria empiris. Mengikuti yang disarankan Audah, maka terlebih dahulu nilai–nilai kritikal  $a_D$  pada kondisi  $DA_z$  tertentu dipilih dan ditabulasikan sebagai berikut :<sup>15</sup>

<b>Selisih azimuth Bulan–Matahari (derajat)</b>	<b>Selisih tinggi Bulan–Matahari (derajat)</b>
0,240	10,030
4,337	5,792
17,191	14,204

Analisis polinomial least–square terhadap nilai minimal yang ditabulasikan tersebut membentuk sebuah hubungan matematis dengan nilai  $R^2 = 1,00$  sebagai berikut:

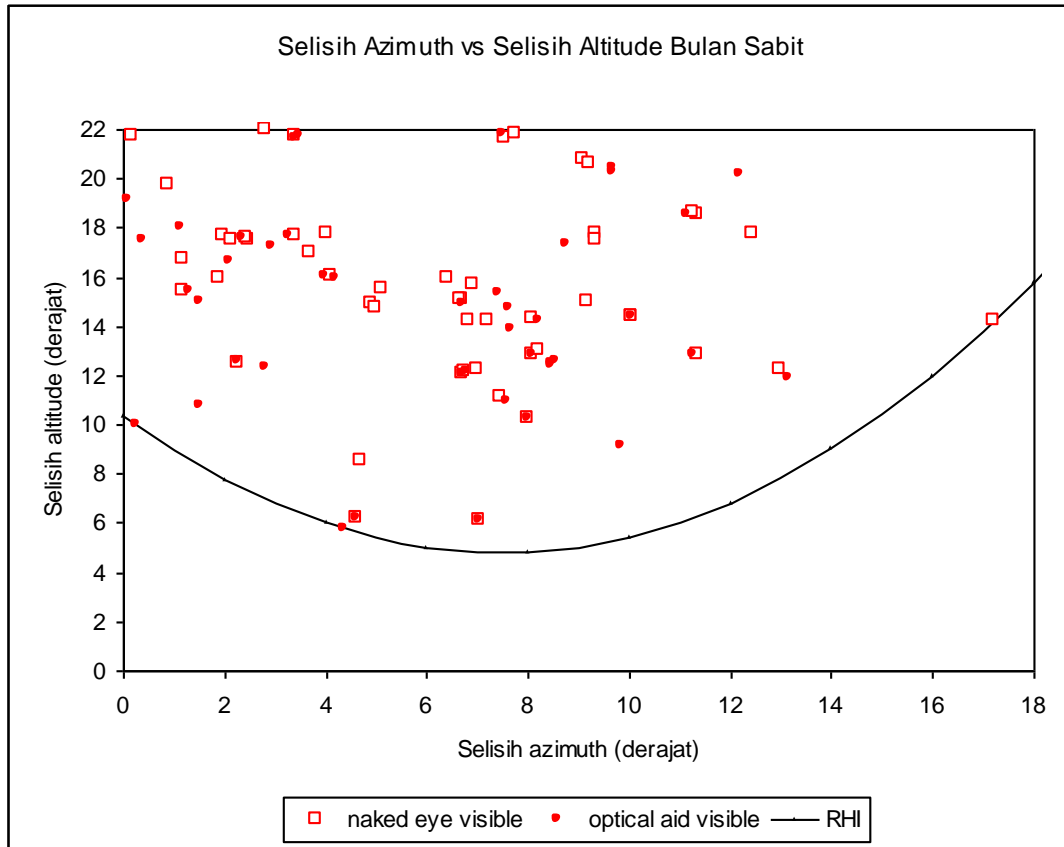
$$a_D \geq 0,099DA_z^2 - 1,490DA_z + 10,382$$

Pertidaksamaan tersebut dinamakan kriteria RHI,<sup>16</sup> yang mendemosntrasikan model matematis minimum atau batas terbawah bagi hilal agar bisa dilihat khususnya dengan alat bantu optik dalam kondisi *toposentrik*

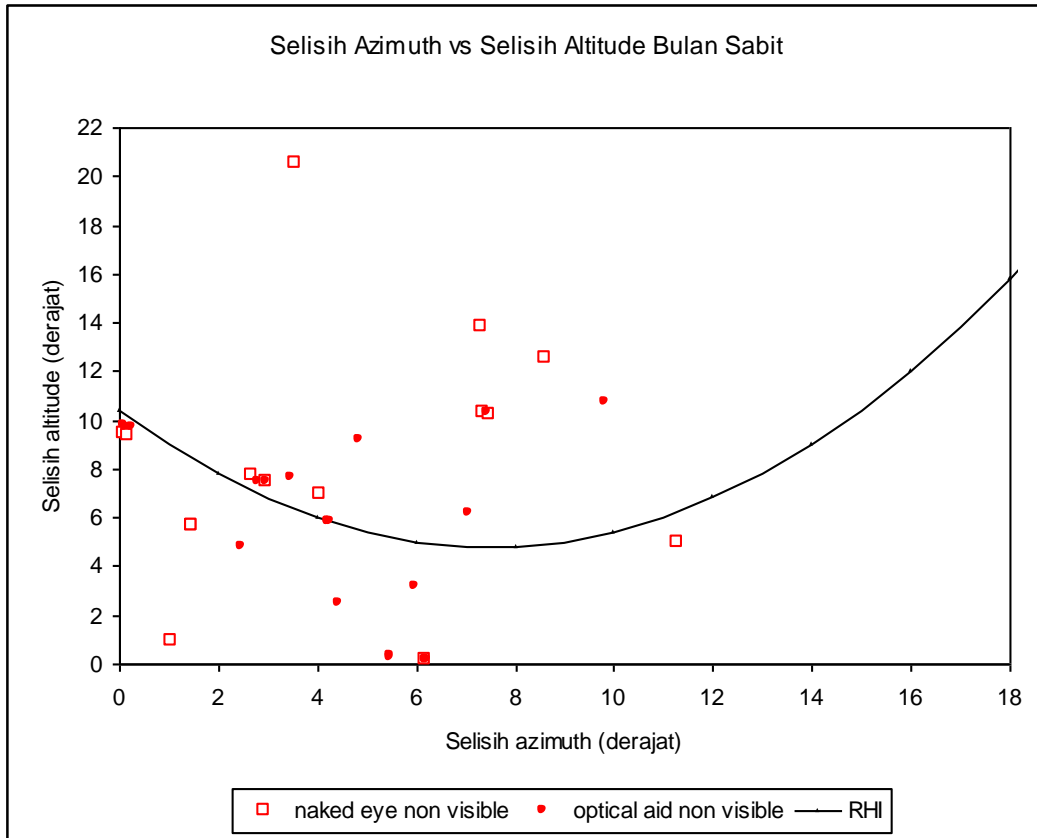
<sup>15</sup> Wawancara dengan Muh. Ma'rufin Sudibyo pada hari Minggu 24 April 2016 di Depok, Jabar.

<sup>16</sup> Wawancara dengan Muh. Ma'rufin Sudibyo pada hari Minggu 24 April 2016 di Depok, Jabar.

dan *airless* serta pada kondisi langit nyaris sempurna (cuaca cerah dengan sedikit taburan awan di atas horizon). Sehingga jika posisi Bulan berada di bawah kurva kriteria RHI, khususnya jika berada di luar batas deviasi standar kriteria (yang nilainya masih perlu diteliti lebih lanjut) maka hilal tidak akan terlihat. Plot kriteria RHI menghasilkan dua grafik berikut :



Gambar 1. Data positif dalam Basis Data Visibilitas Indonesia yang dipetakan menurut  $DAz$  dan  $a_D$ . Garis lengkung menunjukkan kurva kriteria RHI. Nampak tak satupun data positif berada di bawah kurva.



Gambar 2. Data negatif dalam Basis Data Visibilitas Indonesia yang dipetakan menurut DAz dan aD. Garis lengkung menunjukkan kurva kriteria RHI. Nampak sejumlah data negatif berada di atas kurva, disebabkan oleh beragam faktor.

Meski demikian bukan berarti bahwa apabila posisi Bulan berada di atas kurva kriteria RHI, maka membuat hilal secara otomatis akan terlihat. Gambar (2) menunjukkan bahwa hilal tetap memiliki kemungkinan untuk tidak terlihat meskipun sudah berada di atas kurva kriteria RHI. Distribusi data negatif dalam hal ini bersifat random, yang secara kualitatif menunjukkan kemungkinan besar penyebabnya adalah lokalitas kondisi cuaca dan keterampilan pengamat, mengingat nilai minimum yang ditampilkan dalam tabel di atas dihasilkan oleh pengamat dengan keterampilan tinggi yang dilengkapi alat bantu optik (teodolit/teleskop) pada kondisi cuaca yang baik.

Sebagai contoh, hilal untuk penentuan 1 Syawal 1430 H yang memiliki  $a_D = 6,12^\circ$  dan  $DAz = 7,02^\circ$  pada observasi 19 September 2009 hanya bisa terlihat dari Semarang dengan basis teleskop semi-otomatik yang dikombinasikan pengolahan citra pada cuaca sedikit berawan. Pada saat yang sama, observasi di Kupang (propinsi Nusa Tenggara Timur) menghasilkan data negatif, hilal tak terlihat meski langit dalam kondisi sempurna (sangat cerah).<sup>17</sup>

Kriteria RHI bermakna bahwa jika posisi Bulan tepat di atas Matahari ( $DAz = 0^\circ$ ) maka selisih tinggi Bulan–Matahari adalah  $10,38^\circ$  agar hilal bisa dilihat. Nilai selisih tinggi Bulan–Matahari ini akan terus menurun seiring bertambahnya selisih azimuth Bulan–Matahari (yakni  $a_D = 7,79^\circ$  untuk  $DAz = 2^\circ$ ;  $a_D = 6,01^\circ$  untuk  $DAz = 4^\circ$ ;  $a_D = 5,03^\circ$  untuk  $DAz = 6^\circ$ ) hingga mencapai minimum ideal pada  $a_D = 4,60^\circ$  untuk  $DAz = 7,53^\circ$ . Bila refraksi atmosfer

---

<sup>17</sup> Wawancara dengan Muh. Ma'rufin Sudibyo pada hari Minggu 24 April 2016 di Depok, Jabar.



Bumi diperhitungkan dan titik observasi berada di dataran rendah (dengan elevasi hingga 30 m dari permukaan laut dimana  $s = -1^\circ$ ), maka hilal bisa terlihat jika tinggi Bulan ( $h$ ) bernilai minimum  $3,60^\circ$  ( $DAz = 7,53^\circ$ ) hingga maksimum  $9,38^\circ$  ( $DAz = 0^\circ$ ) pada saat terbenamnya Matahari.

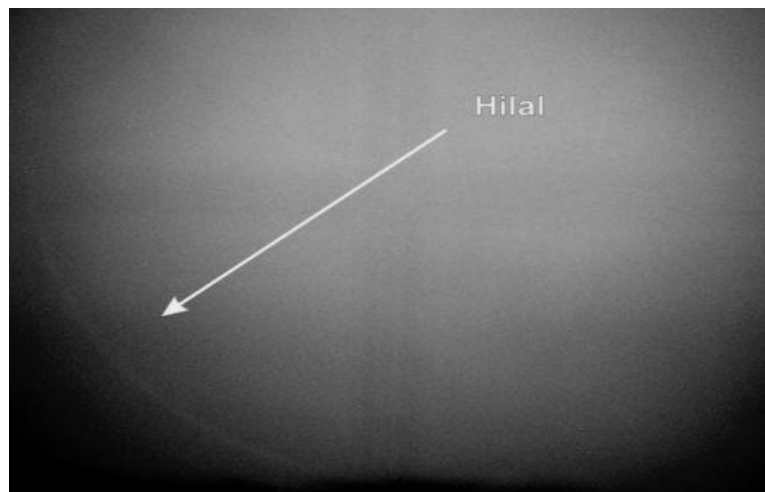
Di sini jelas bahwa nilai selisih tinggi Bulan–Matahari bergantung kepada nilai selisih azimuth Bulan–Matahari. Sehingga kriteria RHI tidak bisa memberlakukan nilai selisih tinggi Bulan–Matahari yang homogen ke seluruh nilai selisih azimuth Bulan–Matahari tanpa terkecuali. Dari hal tersebut nampak bahwa asumsi homogenisasi selisih tinggi Bulan–Matahari yang digunakan dalam “kriteria” Imkanur Rukyat tidak terbukti. Selain itu “kriteria” Imkanur Rukyat juga tidak terbukti pada nilai minimum selisih tinggi Bulan–Matahari, yang menurut kriteria RHI bernilai  $4,60^\circ$  sementara menurut Imkanur Rukyat bernilai  $3^\circ$ . Nilai selisih tinggi Bulan–Matahari minimum ideal  $4,60^\circ$  ini, meski merupakan hasil interpolasi ternyata berdekatan dengan nilai selisih tinggi Bulan–Matahari minimum usulan Ilyas, yakni  $4^\circ$ . Secara faktual nilai selisih tinggi Bulan–Matahari minimum yang ada dalam Basis Data Visibilitas Indonesia adalah  $5,8^\circ$  atau masih sedikit di atas nilai minimum ideal.<sup>18</sup>

Observasi menghasilkan 107 data positif dan 67 data negatif selama 37 bulan, sehingga totalnya terdapat 174 data. Beberapa hasil penting yang bisa diperoleh dari analisis 174 data ini salah satunya adalah definisi hilal berdasarkan *best time* (jam saat hilal mulai terlihat pasca Matahari terbenam)

---

<sup>18</sup> Wawancara dengan Muh. Ma'rufin Sudibyo pada hari Minggu 24 April 2016 di Depok, Jabar.

dan Lag<sup>19</sup> Bulan. Diperoleh persamaan batas  $T_{\text{bulan}} = -0,42 \text{ Lag} + 16,941 + T_{\text{sunset}}$  yang implikasinya hilal adalah Bulan dengan Lag minimum 24 menit maksimum 40 menit. Lag minimum ini sebanding dengan basis data ICOP<sup>20</sup> (Lag = 21 menit). Sebagai konsekuensinya maka Bulan dengan kondisi Lag antara 0 menit hingga 24 menit tidak di definisikan sebagai hilal, melainkan bulan gelap.<sup>21</sup>



**Gambar.1.** Contoh citra *hilal* dalam spektrum cahaya observasi berbasis teodolit, diabadikan dari Gresik (Jatim) pada 6 Mei 2008 senja oleh Ibnu Zahid Abdul Muid.<sup>22</sup>

*Best Time* ( $T_b$ ) didefinisikan sebagai waktu saat *hilal* mulai terlihat pasca Matahari terbenam atau saat *hilal* tua mulai tak terlihat pra Matahari

<sup>19</sup> Lag yakni interval waktu antara terbenamnya Matahari dan terbenamnya Bulan untuk hilal atau terbitnya Bulan dan terbitnya Matahari untuk hilal tua (dalam satuan menit).

<sup>20</sup> ICOP (*Islamic Crescent Observatorium Project*)

<sup>21</sup> Muh. Ma'rufin Sudiby, *Mengenal Lebih Lanjut Kriteria Visibilitas Hilal Indonesia*, Makalah pada Daurah Ilmu Falak ke-IV RHI Surakarta, PPMI Assalam, hlm. 4.

<sup>22</sup> Muh. Ma'rufin Sudiby, *Bulan Sabit di Cakrawala Observasi Hilal di Indonesia pada 2007-2013 oleh Jejaring Rukyatul Hilal Indonesia RHI*, Makalah: Seminar Himpunan Astronomi Indonesia, Bandung, 2 Oktober 2013. hlm.7.

terbit.<sup>23</sup> *Best Time* menjadi fungsi dari *Lag* (Yallop, 1997). Plot data *Best Time* dan *Lag* disajikan (Gambar.1), sementara nilai kritisnya dinyatakan di Tabel 1.

**Tabel 1.** Nilai kritis *Best Time* dan *Lag*

<i>Best Time</i> (menit)	5	7	-7	-12	-15	-29
<i>Lag</i> (menit)	24	26	56	72	80	105

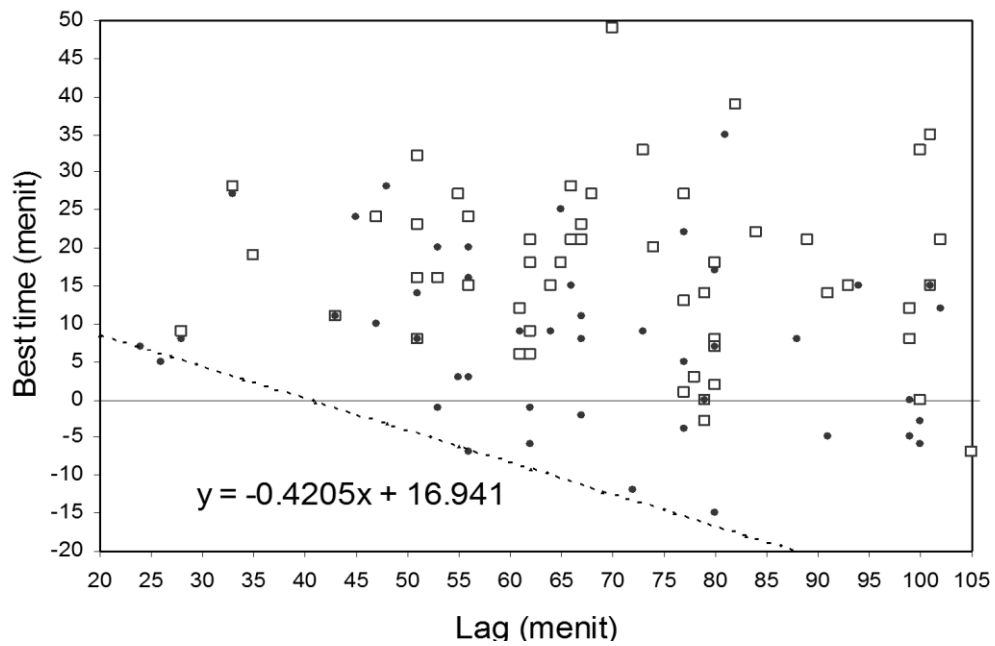
Analisis linear menghasilkan persamaan:

$$Tb = -0,420Lag + 16,941 + T_{sunset}$$

Batas teratas ideal dalam mendefinisikan *hilal* adalah saat sabit Bulan tertipis terdeteksi tepat saat Matahari terbenam, yang dinyatakan dalam  $Tb=0$ . Pada  $Tb=0$  diperoleh  $Lag=40$  menit, sehingga saat Bulan memiliki  $Lag > 40$  menit maka Bulan bukan lagi *hilal*. Sebaliknya batas terbawah ideal untuk definisi *hilal* terjadi saat sabit Bulan tertipis terdeteksi tepat saat Bulan terbenam, yang dinyatakan dalam  $Tb=Lag$ . Pada  $Tb=Lag$  maka  $Lag=12$  menit, sehingga idealnya pada saat Bulan memiliki  $Lag < 12$  menit maka Bulan belum menjadi *hilal*. Namun secara empiris nilai *Lag* terkecil dalam basis data adalah  $Lag = 24$  menit, tidak berbeda jauh dengan *Lag* terkecil dalam basis data ICOP yakni 21 menit (Odeh, 2004). Dengan demikian secara empirik Bulan dengan  $Lag < 24$  menit bukanlah *hilal*.

---

<sup>23</sup> Muh. Ma'rufin Sudiby, *Bulan Sabit di Cakrawala Observasi Hilal di Indonesia pada 2007-2013 oleh Jejaring Rukyatul Hilal Indonesia RHI*, Makalah: Seminar Himpunan Astronomi Indonesia, Bandung, 2 Oktober 2013. hlm.8.



**Gambar.2.** Plot *Best Time* dan *Lag*.

Guna menyusun kriteria visibilitas maka nilai-nilai  $a_D$  sebagai parameter kegelapan langit latar belakang dan  $DA_z$  sebagai parameter iluminansi Bulan diplot (Gambar.2) dengan nilai kritis dinyatakan pada Tabel 2.

Analisis polinomial menghasilkan pertidaksamaan (2) yang dinamakan kriteria visibilitas Indonesia atau kriteria RHI.<sup>24</sup>

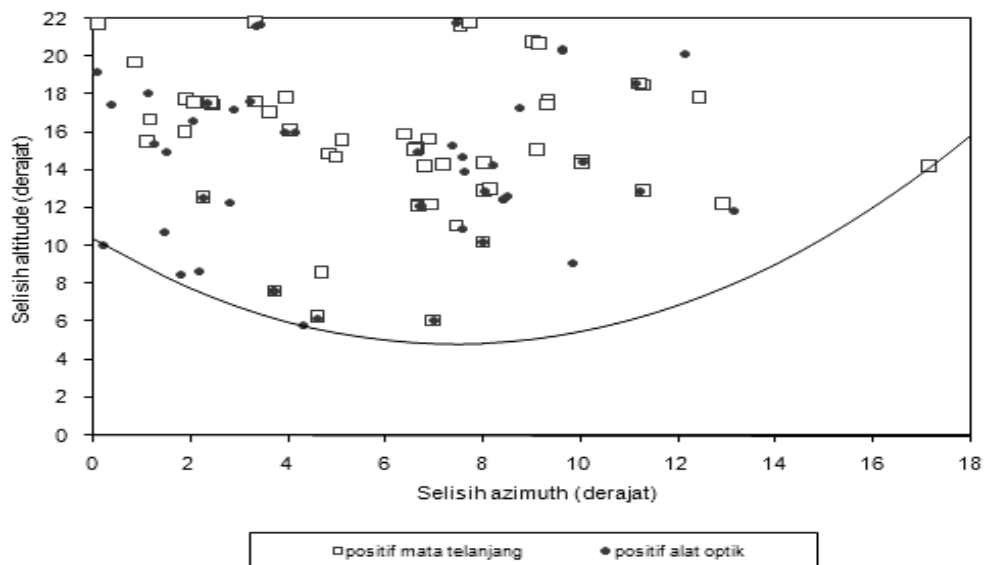
**Tabel 2.** Nilai kritis  $a_D$  dan  $DA_z$

$DA_z$ (°)	0,24	4,337	4,605	7,018	17,191
$a_D$ (°)	10,03	5,792	6,215	6,122	14,204

<sup>24</sup> Muh. Ma'rufin Sudiby, *Bulan Sabit di Cakrawala Observasi Hilal di Indonesia pada 2007-2013 oleh Jejaring Rukyatul Hilal Indonesia RHI*, Makalah: Seminar Himpunan Astronomi Indonesia, Bandung, 2 Oktober 2013. hlm.9.

$$a_D \geq 0,099DA_z^2 - 1,490DA_z + 10,382$$

Berdasarkan pertidaksamaan maka tinggi Bulan *mar'i* terkecil pada saat Matahari terbenam bervariasi dari yang terkecil  $3,77^\circ$  (terjadi pada  $DA_z=7,5^\circ$ ) hingga yang terbesar  $9,38^\circ$  (terjadi pada  $DA_z=0^\circ$ ). Nampak bahwa kriteria RHI memiliki bentuk cukup berbeda dengan "kriteria" *imkan rukyat* maupun kriteria LAPAN 2009. Sebaliknya kriteria ini lebih menyerupai kriteria LAPAN 2000 meski dalam formula lebih pesimistik.<sup>25</sup>



**Gambar.3.** Plot  $a_D$  dan  $DA_z$  beserta kurva kriteria RHI.

Cukup menarik bahwa kriteria RHI pun menghasilkan nilai *Lag* terkecil (untuk batas bawah *hilal*) dan *Lag* terbesar (untuk batas atas *hilal*) yang hampir sama dengan yang diperoleh persamaan (1). Menggunakan persamaan  $a_D = a_s \cos \varphi$  ( $\varphi$ =lintang pengamatan) dan  $a_s \approx \frac{1}{4} Lag$ , maka pada  $DA_z=0$  diperoleh  $Lag \approx 41$  menit. Sebaliknya pada  $a_D$  terkecil

<sup>25</sup> Muh. Ma'rufin Sudiby, *Bulan Sabit di Cakrawala Observasi Hilal di Indonesia pada 2007-2013 oleh Jejaring Rukyatul Hilal Indonesia RHI*, Makalah: Seminar Himpunan Astronomi Indonesia, Bandung, 2 Oktober 2013. hlm.9.

ideal= $4,8^\circ$  (terjadi pada  $DAz=7,5^\circ$ ) diperoleh  $Lag \approx 19$  menit. Namun berdasarkan basis data maka nilai  $a_D$  terkecil= $5,8^\circ$  yang menghasilkan  $Lag \approx 23$  menit.<sup>26</sup>

Dengan demikian *hilal* secara kuantitatif dapat didefinisikan sebagai Bulan pasca konjungsi dengan  $24 \text{ menit} \leq Lag \leq 40 \text{ menit}$ . Dalam bentuk lain hilal didefinisikan pula sebagai Bulan pasca konjungsi dengan kriteria  $RHI \leq a_D \leq 10^\circ$ .

Bulan dengan  $Lag < 24$  menit atau Bulan dengan  $a_D <$  kriteria RHI bukan merupakan *hilal* dan diusulkan untuk didefinisikan sebagai Bulan gelap (*dark moon*). Sebaliknya Bulan dengan  $Lag > 40$  menit atau Bulan dengan  $a_D > 10^\circ$  merupakan Bulan sabit biasa.<sup>27</sup>

Selama ini hilal secara kualitatif dianggap sebagai bulan dalam fase sabit yang paling muda/paling tipis. Sehingga muncul persepsi bahwa hilal adalah bagian dari bulan sabit. Sementara bulan sabit sendiri adalah Bulan yang telah melewati tahap konjungsi namun memiliki fase lebih kecil dibandingkan Bulan separuh. Namun Bulan sabit dalam kondisi seperti apa yang bisa dinamakan hilal sejauh ini belum terdefiniskan dengan jelas.<sup>28</sup>

Jika mengacu pada nilai fase Bulan, maka Bulan sabit adalah Bulan yang memiliki batas bawah fase Bulan saat konjungsi (yakni dengan fase 0 % hingga 0,19 % bergantung pada  $a_L$  pada saat konjungsi) dan batas

---

<sup>26</sup> Muh. Ma'rufin Sudiby, *Bulan Sabit di Cakrawala Observasi Hilal di Indonesia pada 2007-2013 oleh Jejaring Rukyatul Hilal Indonesia RHI*, Makalah: Seminar Himpunan Astronomi Indonesia, Bandung, 2 Oktober 2013. hlm.10.

<sup>27</sup> *Ibid.*,

<sup>28</sup> *Penyatuan Kalender Hijriyah (Sebuah Upaya Pencarian Kriteria Hilal yang Obyektif Ilmiah)*, Kumpulan Papers Lokakarya Internasional Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang 2012, hlm.220.

batasnya adalah fase Bulan yang bertepatan dengan Bulan separuh (fase 50 %). Dengan tidak terdefiniskannya hilal secara kuantitatif maka hilal bisa bisa dikelirukan sebagai bulan sabit, sementara Bulan sabit sendiri berumur cukup lama (rata-rata 7,5 hari dihitung sejak konjungsi Bulan-Matahari hingga saat fase Bulan mencapai 50 %). Dengan umur yang cukup lama, menyamaratakan hilal dengan Bulan sabit jelas komplikatif mengingat satu tanggal hijriah hanya berlaku untuk satu hari saja.<sup>29</sup>

Perumusan definisi kuantitatif hilal dengan berdasarkan pada perbandingan intensitas cahaya Bulan terhadap cahaya langit senja dalam spektrum cahaya tampak mengandung konsekuensi tersendiri, yakni terdapat situasi dimana intensitas cahaya Bulan lebih kecil dibanding cahaya senja (juga dalam spektrum cahaya tampak). Dalam situasi tersebut Bulan takkan terlihat dengan mata manusia dan diusulkan untuk didefinisikan sebagai Bulan gelap, yang terpisah dari hilal dan Bulan sabit.<sup>30</sup>

Dengan demikian nama-nama fase Bulan sejak saat terjadinya konjungsi Bulan-Matahari hingga Bulan separuh sebaiknya didefinisikan ulang dalam urutan sebagai berikut :

Tabel 4.1. : Redefinisi Fase-Fase Bulan Hingga Bulan Separuh

No	Nama Fase	Deskripsi

<sup>29</sup> *Penyatuan Kalender Hijriyah (Sebuah Upaya Pencarian Kriteria Hilal yang Obyektif Ilmiah)*, Kumpulan Papers Lokakarya Internasional Fakultas Syari'ah IAIN Walisongo Semarang 2012, hlm.220.

<sup>30</sup> Muh. Ma'rufin Sudiby, *Data Observasi Hilal 2007-2009 di Indonesia*, *ibid*, hlm. 24.

	Bulan gelap	Bulan sejak saat konjungsi hingga elemen posisinya tepat kurang dari persamaan $aD \geq 0,099DAz^2 - 1,490DAz + 10,382$ .
	Hilal	Bulan yang elemen posisinya memenuhi persamaan $aD \geq 0,099DAz^2 - 1,490DAz + 10,382$ hingga $Lag < 40$ menit.
	Bulan sabit	Bulan dengan $Lag \geq 40$ menit hingga fasenya tepat kurang dari 50 %.
	Bulan separuh	Bulan dengan fase tepat senilai 50 %.

Perumusan definisi kuantitatif hilal dengan berbasiskan perbandingan intensitas cahaya Bulan terhadap cahaya langit senja dalam spektrum cahaya tampak juga menyajikan peluang reinterpretasi teks “*fain ghumma*..” yang termaktub dalam sejumlah sabda Rasulullah SAW.<sup>31</sup> Selama ini teks tersebut diterjemahkan sebagai “..terhalangi (karena mendung atau hujan).” Namun frasa “..(karena mendung atau hujan)..” hanya khas bagi lingkungan geografis tertentu yakni kawasan tropis beriklim maritim seperti Indonesia yang kelembabannya tinggi dan jumlah hari hujan pertahun cukup besar. Situasi sebaliknya terjadi di kawasan jazirah Arabia, tempat hidup Rasulullah SAW dan generasi pertama Umat Islam, yang lebih kering dengan iklim gurunnya. Sehingga interpretasi teks “*fain ghumma*” sebagai terhalangi mendung atau hujan terasa kurang tepat bagi kawasan beriklim gurun dan kontinental (Jazirah Arabia, Afrika utara dan sebagainya) padahal sebagian Umat Islam justru

---

<sup>31</sup> Misalnya hadits no. 1906 dan 1909 dalam Shahih al-Bukhary dan hadits no. H (1080)–03 dan H (1083)–17 dalam Shahih Muslim. Secara keseluruhan ada 14 hadis shahih yang senada (memuat teks “*fain ghumma*”).



bertempat tinggal di sini. Interpretasi seperti itu pula yang selama ini kerap menimbulkan masalah internal, mengingat jika langit sepenuhnya tertutupi mendung atau dalam kondisi hujan (sehingga Bulan sebagai hilal tak teridentifikasi) maka Bulan sebagai hilal dianggap tak terlihat.<sup>32</sup>

---

<sup>32</sup> Muh. Ma'rufin Sudibyo, *Data Observasi Hilal 2007-2009 di Indonesia,...* *ibid*, hlm 25.