

## Analisis Regresi Non Linier (Polinomial) Dalam Pembentukan Kriteria Visibilitas Hilal Di Indonesia

Imas Musfiroh <sup>1\*</sup>, Hendri <sup>2</sup>

Institut Agama Islam Bukittinggi

<sup>1</sup>Email: [imasmusfiroh1990@gmail.com](mailto:imasmusfiroh1990@gmail.com)

<sup>2</sup>Email: [hendridatuak7@gmail.com](mailto:hendridatuak7@gmail.com)

---

### Abstrak

Dalam penelitian ini menunjukkan bahwa koefisien determinasi terbesar diperoleh dari hubungan semidiameter toposentrik dengan fraksi iluminasi bernilai 0,945; disusul kemudian *altitude* toposentrik dengan lebar hilal bernilai 0,915; lebar hilal-elongasi bernilai 0,912; elongasi-*altitude* toposentrik bernilai 0,9066 dan nilai koefisien terendah diperoleh dari hubungan selisih azimut dengan *altitude* toposentrik dan elongasi berturut-turut bernilai 0,352 dan 0,318. Berdasarkan nilai koefisien determinasi ini juga terlihat bahwa azimut tidak begitu signifikan mempengaruhi *altitude* toposentrik dan elongasi karena nilai koefisien yang rendah. Namun di sisi lain, lebar hilal, umur hilal elongasi dan ketinggian hilal saling memengaruhi satu sama lain dengan begitu signifikan karena nilai koefisien yang cukup besar mendekati. Kriteria terbaik dibentuk berdasarkan *altitude* toposentrik dan elongasi atau *altitude* toposentrik dengan lebar hilal toposentrik. Kriteria *Altitude*-Elongasi dengan persamaan  $h \geq 0,0445 ARCL^2 - 0,6065 ARCL + 4,0165^\circ$  memiliki titik balik minimum pada  $6,815^\circ$  untuk elongasi dan  $1,950^\circ$  untuk *altitude*. kriteria *Altitude*-Lebar Hilal dengan persamaan  $h \geq 0,9373 W^3 - 3,6892 W^2 + 11,596 W + 1,4057^\circ$  memiliki titik belok pada 1,312 menit busur untuk lebar hilal dan  $12,386^\circ$  untuk *altitude*.

---

### Artikel Info

**Received:**  
13 Februari 2018  
**Revised:**  
12 Maret 2018  
**Accepted:**  
20 Mei 2018

---

**Keyword:** *visibilitas hilal, regresi polinomial.*

---

### A. Pendahuluan

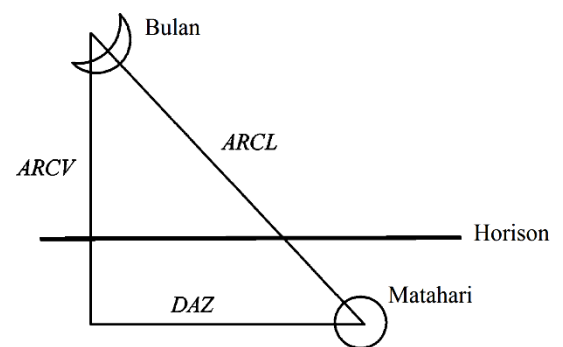
Upaya memprediksi kenampakan hilal (sabit Bulan yang terbentuk pascakonjungsi) telah dilakukan oleh para pengamat langit sejak era Babilonia hingga zaman modern.

Hingga saat ini dapat dijumpai beragam kriteria visibilitas atau kenampakan hilal, namun tidak ada kriteria yang berlaku universal untuk seluruh lintang

geografis.<sup>1</sup> Berdasarkan hal tersebut, untuk menyatukan kriteria-kriteria visibilitas Hilal yang ada saat ini di Indonesia dan juga di mancanegara, diperlukan basis ilmiah yang kuat. Basis ilmiah yang kuat menurut Moh. Ilyas dapat didekati dengan dua pendekatan, yang salah satunya adalah dilakukannya pengamatan Hilal secara berkesinambungan untuk selanjutnya dianalisis secara astronomis.<sup>2</sup> Untuk melakukan hal tersebut maka penting untuk mengetahui kembali makna hilal yang sesungguhnya.

Dari sudut pandang pengamatan astronomi, pengertian Hilal tersebut dapat dikarakterisasi dengan lima elemen berikut, yaitu *DAz*, *ArcV*, *ArcL*, *Age*, dan *Lag*. *Daz* atau *Delta Azimuth* adalah selisih azimuth antara Hilal dan Matahari. *ArcV* yang disebut juga dengan *Arc of Vision* adalah selisih ketinggian antara Hilal dan Matahari. Jarak sudut antara Hilal dan Matahari dikenal dengan elongasi atau *Arc of Light* (*ArcL*). Secara skematis ketiganya

diilustrasikan pada Gambar 1 dan satuan ketiganya dinyatakan dalam besaran sudut. Adapun umur Hilal atau *Age* adalah waktu yang dihitung sejak terjadinya konjungsi hingga Matahari terbenam saat pengamatan Hilal muda dilakukan atau sejak terjadinya Matahari terbit hingga konjungsi. Untuk Hilal tua, *Age* dinyatakan dalam satuan jam. *Lag* sendiri adalah selisih antara waktu terbenam/terbit Hilal dan Matahari serta dinyatakan dalam satuan menit. Kelima elemen ini dinyatakan pada kondisi toposentrik, yaitu pengamat berada di permukaan Bumi.<sup>3</sup> Adapun konjungsi dinyatakan pada kondisi geosentrik, yaitu pengamat diandaikan berada di pusat Bumi.



**Gambar 1** Skema Posisi Hilal dan Matahari

<sup>1</sup>Hoffman, R.E. Observing the New Moon. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 2003, 340: 1039 – 1051.

<sup>2</sup>Ilyas, M. *A Modern Guide to Astronomical Calculations of Islamic Calendar, Times and Qibla*. (Kuala Lumpur: Berita, 1984.)

<sup>3</sup> Odeh, M. Sh. 2004. New Criterion for Lunar Crescent Visibility. *Experimental Astronomy*. 18: 39–64.

Fokus penelitian ini lebih kepada mencari hubungan antara parameter fisis dan empiris hilal dan mencari model persamaan menggunakan regresi non linier (polinomial). Analisis regresi polinomial dianggap sebagai model terbaik berdasarkan pertimbangan sebagai berikut: 1) untuk mencari nilai R (korelasi) yang besar. 2) untuk mencari nilai  $R^2$  yang besar dengan 3) standard eror yang kecil. Model ini dapat memprediksi kenampakan hilal yang di formulasikan ke dalam kriteria visibilitas hilal.

### B. Data dan Pembahasan

Data yang penulis sajikan dalam penelitian ini diperoleh berdasarkan 88 kompilasi data rukyatul hilal Kemenag

(1962 – 2010) dan 68 kompilasi data rukyatul hilal positif dan BMKG (2008 – 2015), sehingga jumlah data menjadi 156. Namun dari 88 data dari Kemenag ini kemudian direduksi dengan kriteria imkanur rukyat MABIMS, sehingga diperoleh 68 data dan total keseluruhan data berjumlah 136.

Berikut ini data yang telah penulis sarikan. Data pertama hingga data ke-68 merupakan data dari Kemenag sedangkan data ke-69 hingga data ke-136 merupakan data dari BMKG. Dalam tabel ini, nilai semidiameter (SD) dan paralaks (pi) Bulan diperoleh ketika jarak Bumi-Bulan 384400 km (rata-rata) dan dianggap sama untuk semua data.

**Tabel 1** Kompilasi Data Rukyatul Hilal di Indonesia 1962-2015

No.	Miladi	Hijri	Lat. (°)	Lon. (°)	H (°)	ARCL (°)	DAZ (°)	AGE (jam)	FI (%)	SD' (')	W' (')
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	05/02/1962	01/09/1381	-7.03	106.56	4.61	2.36	5.18	11.14	0.04	16.57	0.01
2	15/01/1964	01/09/1383	-6.13	106.83	5.66	5.67	0.31	14.50	0.24	16.81	0.08
3	15/01/1964	01/09/1383	-6.18	106.82	5.69	5.70	0.32	14.88	0.25	16.82	0.08
4	15/01/1964	01/09/1383	-6.32	107	5.68	5.69	0.35	14.53	0.25	16.81	0.08
5	12/12/1966	01/09/1386	-0.16	106.92	2.89	4.18	3.02	7.74	0.13	16.18	0.04
6	12/12/1966	01/09/1386	-6.18	106.83	3.08	4.32	3.02	7.75	0.14	16.22	0.05
7	12/12/1966	01/09/1386	-6.18	106.63	2.95	4.24	3.04	7.84	0.14	16.20	0.04
8	12/12/1966	01/09/1386	-6.32	107	2.93	4.19	2.99	7.78	0.13	16.19	0.04
9	20/12/1968	01/09/1388	-6.09	106.88	8.91	9.73	3.91	16.72	0.72	17.54	0.25
10	20/12/1968	01/09/1388	-6.19	106.93	8.92	9.73	3.88	16.72	0.72	17.54	0.25

11	20/12/1968	01/09/1388	-7.03	106.56	9.09	9.82	3.71	16.80	0.73	17.58	0.26
12	10/11/1968	01/09/1389	-6.18	106.83	4.77	7.43	5.70	12.56	0.42	16.61	0.14
13	10/11/1968	01/09/1389	-6.23	106.83	4.60	7.31	5.68	12.58	0.41	16.57	0.13
14	10/11/1968	01/09/1389	-6.32	107	4.62	7.32	5.68	12.61	0.41	16.57	0.14
15	10/11/1968	01/09/1389	-6.09	106.88	4.57	5.61	7.24	12.57	0.24	16.56	0.08
16	10/11/1968	01/09/1389	-7.03	106.56	4.77	5.62	7.37	12.62	0.24	16.61	0.08
17	06/11/1972	01/10/1392	-6.09	106.88	2.08	5.10	5.51	9.39	0.20	16.00	0.06
18	06/11/1972	01/10/1392	-6.32	107	2.12	5.08	5.51	9.43	0.20	16.01	0.06
19	06/09/1975	01/09/1395	-6.13	106.83	5.86	6.92	9.07	15.53	0.36	16.85	0.12
20	06/09/1975	01/09/1395	-6.32	107	5.91	6.89	9.08	15.55	0.36	16.87	0.12
21	06/09/1975	01/09/1395	-6.27	106.48	5.93	6.90	9.10	15.56	0.36	16.87	0.12
22	06/09/1975	01/09/1395	-7.03	106.56	6.05	6.82	9.12	15.55	0.35	16.90	0.12
23	15/08/1977	01/09/1397	-6.16	106.94	4.08	5.14	6.56	13.34	0.20	16.45	0.07
24	15/08/1977	01/09/1397	-7.03	106.56	4.28	5.06	6.63	13.37	0.19	16.50	0.06
25	04/08/1978	01/09/1398	-6.21	106.46	2.51	4.11	4.82	9.90	0.13	16.10	0.04
26	04/08/1978	01/09/1398	-6.16	106.94	2.44	4.12	4.79	9.85	0.13	16.08	0.04
27	04/08/1978	01/09/1398	-7.03	106.56	2.65	4.06	4.85	9.88	0.13	16.13	0.04
28	04/08/1978	01/09/1398	-6.52	109.09	2.43	4.07	4.74	9.73	0.13	16.08	0.04
29	24/07/1979	01/09/1399	-6.16	106.94	2.49	3.33	4.16	9.17	0.08	16.09	0.03
30	24/07/1979	01/09/1399	-7.03	106.56	2.66	3.27	4.22	9.19	0.08	16.13	0.03
31	11/08/1980	01/10/1400	-8.75	116.04	5.62	0.59	5.65	15.09	0.00	16.80	0.00
32	11/08/1980	01/10/1400	-7.03	106.56	6.01	0.87	6.08	15.74	0.01	16.89	0.00
33	11/08/1980	01/10/1400	-6.27	106.49	5.93	0.95	6.01	15.76	0.01	16.87	0.00
34	11/08/1980	01/10/1400	-6.16	106.94	5.86	0.98	5.94	15.71	0.01	16.85	0.00
35	02/07/1981	01/09/1401	-7.03	106.56	7.41	0.70	7.45	15.74	0.00	17.20	0.00
36	02/07/1981	01/09/1401	-7.73	114.02	6.94	0.55	6.96	15.23	0.00	17.10	0.00
37	21/07/1982	01/10/1402	0.76	127.34	7.15	0.09	7.15	14.75	0.00	17.15	0.00
38	21/07/1982	01/10/1402	-8.75	116.4	7.27	1.79	7.49	15.26	0.02	17.17	0.01
39	21/07/1982	01/10/1402	-7.03	106.56	7.92	1.44	8.05	15.93	0.02	17.32	0.01
40	16/05/1988	01/10/1408	-6.16	106.94	3.01	6.76	7.40	12.50	0.35	16.21	0.11
41	16/05/1988	01/10/1408	-6.22	106.92	3.04	6.77	7.42	12.50	0.35	16.22	0.11
42	27/03/1990	01/09/1410	-7.03	106.56	4.00	7.48	8.48	15.19	0.43	16.43	0.14
43	27/03/1990	01/09/1410	-6.16	106.94	3.97	8.20	9.11	15.14	0.51	16.43	0.17
44	15/04/1991	01/10/1411	-6.16	106.94	3.70	8.30	9.09	15.18	0.52	16.37	0.17
45	15/04/1991	01/10/1411	-6.22	112.62	3.73	8.31	9.11	15.18	0.52	16.37	0.17
46	15/04/1991	01/10/1411	-6.15	106.8	3.75	8.31	9.12	15.20	0.52	16.38	0.17

47	15/04/1991	01/10/1411	-7.03	106.56	3.73	8.39	9.18	15.23	0.54	16.37	0.18
48	31/01/1995	01/09/1415	1.29	124.52	3.00	6.35	7.02	11.13	0.31	16.21	0.10
49	31/01/1995	01/09/1415	-7.03	106.56	2.86	7.29	7.83	12.51	0.40	16.17	0.13
50	19/02/1996	01/10/1416	-7.03	106.56	2.95	6.14	6.81	11.75	0.29	16.20	0.09
51	19/02/1996	01/10/1416	-6.16	106.94	2.89	6.07	6.72	11.70	0.28	16.18	0.09
52	19/02/1996	01/10/1416	-7.17	112.62	2.84	6.07	6.70	11.35	0.28	16.17	0.09
53	02/11/2005	01/10/1426	-7.17	112.62	2.76	3.50	4.46	8.96	0.09	16.15	0.03
54	02/11/2005	01/10/1426	-6.16	106.94	2.63	3.62	4.47	9.31	0.10	16.12	0.03
55	31/12/2005	01/12/1426	-6.16	106.94	3.89	3.99	5.57	7.92	0.12	16.41	0.04
56	31/12/2005	01/12/1426	-7.59	112.4	3.90	3.86	5.49	7.62	0.11	16.41	0.04
57	12/09/2007	01/09/1428	-8.07	110.32	7.74	4.94	9.18	21.86	0.19	17.28	0.06
58	12/10/2007	01/10/1428	-7.17	112.62	10.29	7.63	12.81	29.35	0.44	17.85	0.16
59	31/08/2008	01/09/1429	-7.17	112.62	5.27	4.29	6.80	14.49	0.14	16.72	0.05
60	31/08/2008	01/09/1429	-8.07	110.32	5.09	4.22	6.61	14.65	0.14	16.68	0.05
61	31/08/2008	01/09/1429	-4.93	110.67	5.01	4.52	6.75	14.64	0.16	16.66	0.05
62	31/08/2008	01/09/1429	-6.15	106.8	5.19	4.49	6.86	14.88	0.15	16.70	0.05
63	30/09/2008	01/10/1429	-7.17	112.62	9.57	4.49	10.57	14.88	0.15	17.69	0.05
64	17/11/2009	01/12/1430	-7.17	112.62	5.81	4.67	7.46	15.21	0.17	16.84	0.06
65	19/09/2009	01/10/1430	-7.03	106.56	5.59	7.05	9.00	16.08	0.38	16.79	0.13
66	19/09/2009	01/10/1430	-6.98	110.45	5.61	6.93	8.91	15.33	0.37	16.80	0.12
67	17/11/2009	01/12/1430	-7.17	112.62	5.81	4.67	7.46	15.21	0.17	16.84	0.06
68	10/08/2010	01/09/1431	-3.8	102.5	2.33	4.44	5.02	8.10	0.15	16.05	0.05
69	31/10/2008	02/11/1429	-6.16	106.84	24.03	27.27	13.29	59.55	5.56	20.83	2.32
70	29/11/2008	02/12/1429	-6.16	106.84	16.99	18.50	7.43	42.00	2.58	19.33	1.00
71	24/06/2009	03/07/1430	-6.16	106.84	21.13	22.23	7.07	39.23	3.72	20.22	1.50
72	17/03/2010	03/04/1431	5.45	95.24	13.90	18.20	11.87	38.82	2.50	18.65	0.93
73	16/04/2010	03/05/1431	-2.55	107.72	18.61	22.68	13.20	46.42	3.86	19.68	1.52
74	13/07/2010	03/08/1431	-5.17	119.39	20.02	21.44	7.84	38.40	3.46	19.98	1.38
75	08/08/2010	29/08/1431	-8.59	116.12	25.49	29.83	16.04	52.68	6.62	21.13	2.80
76	11/08/2010	02/09/1431	-8.40	116.08	15.45	18.06	9.47	31.13	2.46	18.99	0.93
77	08/11/2010	03/12/1431	-8.74	115.16	26.64	28.14	9.42	53.42	5.91	21.36	2.52
78	04/02/2011	01/03/1432	-0.65	119.73	10.82	14.62	9.89	31.80	1.62	17.97	0.58
79	05/02/2011	02/03/1432	-0.65	119.73	20.89	25.40	14.78	55.80	4.83	20.17	1.95
80	05/04/2011	03/05/1432	5.47	95.24	16.69	20.25	11.63	45.27	3.09	19.26	1.19
81	05/05/2011	04/06/1432	-7.17	112.62	19.46	23.58	13.58	51.53	4.18	19.86	1.66
82	03/06/2011	03/07/1432	-0.06	109.17	16.77	17.74	5.87	37.70	2.38	19.28	0.92

83	02/07/2011	03/08/1432	-10.18	123.66	11.28	12.21	4.70	24.70	1.13	18.07	0.41
84	03/07/2011	04/08/1432	-10.18	123.66	24.15	25.05	6.86	48.70	4.70	20.85	1.96
85	29/07/2011	29/08/1432	-8.74	115.18	20.48	22.87	10.41	44.10	3.93	20.08	1.58
86	30/07/2011	30/08/1432	-8.74	115.18	9.18	10.33	4.76	20.12	0.81	17.60	0.29
87	01/08/2011	03/09/1432	-8.74	115.18	20.42	22.67	10.06	39.63	3.86	20.07	1.55
88	28/08/2011	01/10/1432	-7.03	106.56	14.11	15.69	6.93	28.13	1.86	18.70	0.70
89	28/09/2011	02/10/1432	-8.03	110.32	10.34	13.75	9.11	23.42	1.43	17.86	0.51
90	29/09/2011	03/10/1432	-8.03	110.32	24.18	27.49	13.49	47.42	5.65	20.86	2.36
91	28/10/2011	03/11/1432	-0.86	131.26	17.80	21.06	11.44	37.10	3.34	19.50	1.30
92	26/11/2011	01/12/1432	-6.95	110.39	14.43	15.35	5.29	28.50	1.78	18.77	0.67
93	27/11/2011	02/12/1432	-6.95	110.39	27.94	28.87	7.58	52.52	6.21	21.62	2.69
94	20/07/2012	01/09/1433	-8.74	115.18	12.63	14.71	7.60	29.88	1.64	18.37	0.60
95	16/08/2012	28/09/1433	-8.74	115.18	18.80	20.70	8.82	41.43	3.23	19.72	1.27
96	18/08/2012	01/10/1433	-8.74	115.18	6.53	10.14	7.77	18.42	0.78	17.01	0.27
97	16/10/2012	01/12/1433	-8.74	115.18	10.08	12.04	6.62	22.22	1.10	17.80	0.39
98	30/01/2014	01/04/1435	5.49	95.30	11.79	12.88	5.22	21.75	1.26	18.18	0.46
99	02/03/2014	02/05/1435	1.48	124.83	10.93	14.24	9.18	25.93	1.54	17.99	0.55
100	30/04/2014	02/07/1435	-10.15	123.61	11.40	13.23	6.76	27.37	1.33	18.10	0.48
101	28/06/2014	02/09/1435	-8.74	115.18	10.60	12.23	6.14	26.05	1.13	17.92	0.40
102	28/06/2014	02/09/1435	-5.39	119.39	10.33	12.17	6.47	25.87	1.12	17.86	0.40
103	28/06/2014	02/09/1435	-10.15	123.61	10.47	11.96	5.81	25.45	1.09	17.89	0.39
104	28/06/2014	02/09/1435	-1.04	100.38	10.17	12.80	7.81	27.28	1.24	17.82	0.44
105	28/06/2014	02/09/1435	-1.17	136.05	9.43	11.78	7.09	24.87	1.05	17.66	0.37
106	28/06/2014	02/09/1435	1.47	124.83	9.67	12.18	7.44	25.68	1.12	17.71	0.40
107	28/07/2014	03/10/1435	-8.74	115.18	13.73	15.94	8.18	35.60	1.92	18.61	0.71
108	27/08/2014	03/11/1435	-6.01	106.68	17.27	19.71	9.65	43.87	2.93	19.39	1.14
109	25/09/2014	03/12/1435	-10.14	123.62	10.60	12.00	5.66	26.07	2.93	17.92	1.05
110	25/09/2014	03/12/1435	-8.74	115.18	10.64	12.27	6.15	26.63	1.09	17.93	0.39
111	25/09/2014	03/12/1435	-8.01	110.32	10.82	12.42	6.13	26.95	1.14	17.97	0.41
112	25/09/2014	03/12/1435	-6.06	105.90	10.92	13.00	7.10	27.23	1.17	17.99	0.42
113	23/11/2014	02/02/1436	-10.14	123.62	9.34	11.05	5.93	21.32	1.20	17.64	0.42
114	21/01/2015	02/04/1436	-7.59	107.62	8.40	12.83	9.73	22.03	0.93	17.43	0.32
115	20/02/2015	01/05/1436	1.55	124.82	16.45	19.44	10.51	34.17	1.25	19.21	0.48
116	19/04/2015	01/07/1436	-6.07	105.88	7.34	8.46	4.22	15.97	0.54	17.19	0.19
117	19/04/2015	01/07/1436	-5.17	119.39	6.84	7.96	4.08	15.08	0.48	17.08	0.16
118	19/05/2015	02/08/1436	-8.65	112.73	15.0	15.97	5.54	30.07	1.93	18.89	0.73

					0						
119	17/06/2015	01/09/1436	0.78	127.31	8.25	10.38	6.32	19.53	0.82	17.39	0.29
120	17/06/2015	01/09/1436	-5.17	119.39	8.82	10.50	5.72	19.90	0.84	17.52	0.29
121	17/06/2015	01/09/1436	-10.14	123.62	8.97	10.28	5.04	19.47	0.80	17.55	0.28
122	17/06/2015	01/09/1436	-8.74	115.18	9.07	10.57	5.45	20.07	0.85	17.58	0.30
123	17/06/2015	01/09/1436	-1.04	100.38	8.85	11.17	6.84	21.30	0.95	17.53	0.33
124	14/09/2015	02/12/1436	0.78	127.31	9.35	11.28	6.34	26.82	0.97	17.64	0.34
125	14/09/2015	02/12/1436	-3.58	128.08	9.64	12.23	7.56	26.75	0.96	17.71	0.34
126	14/09/2015	02/12/1436	1.55	124.82	9.25	11.37	6.64	27.00	0.98	17.62	0.35
127	14/09/2015	02/12/1436	-5.17	119.39	9.93	11.48	5.79	27.33	1.00	17.77	0.36
128	14/09/2015	02/12/1436	-10.14	123.62	10.10	11.32	5.14	27.03	0.97	17.81	0.35
129	14/09/2015	02/12/1436	-8.74	115.18	10.16	11.59	5.61	27.60	1.02	17.82	0.36
130	14/09/2015	02/12/1436	-6.70	106.93	9.48	11.87	7.18	28.22	1.07	17.67	0.38
131	14/10/2015	02/01/1437	-8.16	112.45	13.62	15.03	6.42	34.35	1.71	18.59	0.64
132	14/10/2015	02/01/1437	-7.59	107.62	14.20	15.16	5.36	34.63	1.74	18.72	0.65
133	11/11/2015	01/02/1437	0.83	127.38	6.40	9.35	6.83	20.60	0.66	16.98	0.22
134	12/12/2015	02/03/1437	0.80	127.29	9.98	11.59	5.92	22.95	1.02	17.78	0.36
135	12/12/2015	02/03/1437	1.55	124.82	9.98	11.66	6.06	23.12	1.03	17.78	0.37
136	12/12/2015	02/03/1437	-10.14	123.62	9.08	11.93	7.77	23.53	1.08	17.58	0.38

Kolom pertama adalah nomor data, kolom kedua adalah tanggal pengamatan hilal dalam kalender Masehi, kolom ketiga adalah tanggal pengamatan hilal dalam kalender Hijriah, kolom keempat dan kelima adalah koordinat lokasi pengamatan hilal dinyatakan dalam derajat desimal, kolom keenam adalah ketinggian toposentrik hilal dinyatakan dalam derajat desimal, kolom ketujuh adalah elongasi atau busur cahaya (arc of light, ArcL) hilal-matahari dinyatakan dalam derajat desimal, kolom kedelapan

adalah beda azimut hilal-matahari (DAz) dinyatakan dalam derajat desimal, kolom kesembilan adalah umur hilal dihitung sejak ijtimak dinyatakan dalam jam desimal, kolom kesepuluh adalah fraksi iluminasi dinyatakan dalam persentase, kolom kesebelas adalah semidiameter hilal toposentrik dinyatakan dalam menit busur dan kolom keduabelas adalah lebar cahaya hilal toposentrik dinyatakan dalam menit busur.

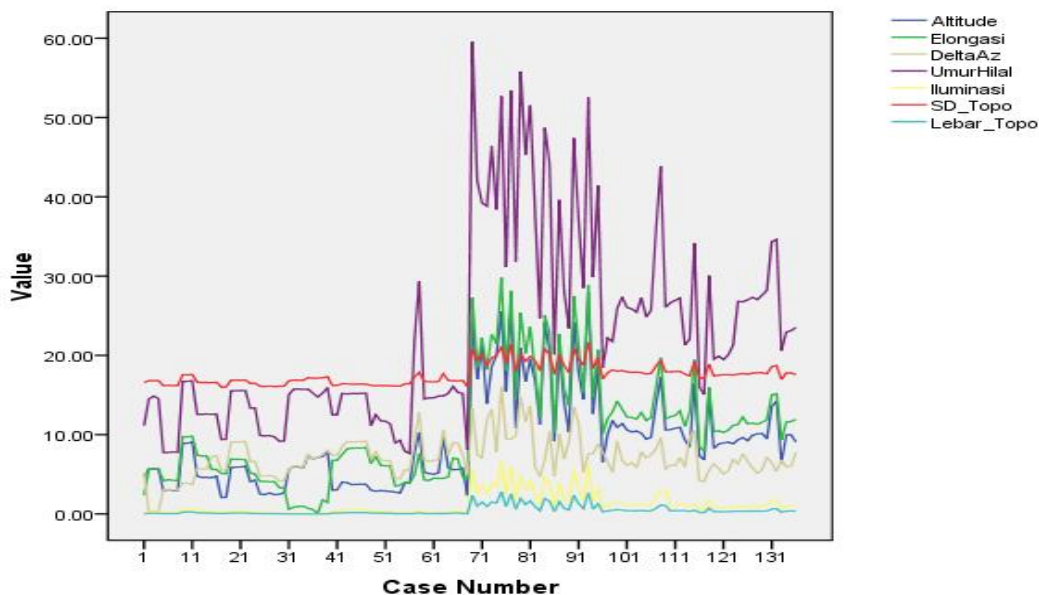
Berdasarkan tabel 1, penulis menyarikan nilai maksimum dan

minimum dari tiap-tiap parameter ke dalam tabel berikut ini :

**Tabel 2** Nilai maksimum dan minimum dari tiap-tiap parameter

	H	ARCL	DAZ	AGE	FI	SD'	W'
maksimum	27.94°	29.83°	16.04°	59.55 jam	6.62 %	21.62'	2.80'
minimum	2.08°	0.09°	0.31°	7.62 jam	0.00 %	16.00'	0.00'

Nilai persentase fraksi iluminasi dan lebar cahaya hilal toposentrik pada tabel yang bernilai nol sebenarnya tidak benar-benar nol namun karena dibulatkan hingga dua angka di belakang koma, sehingga kedua nilai tersebut bernilai nol. Terlihat pada tabel tersebut, rentang ketinggian toposentrik sebesar 25,86°, elongasi 29,74°, selisih azimuth 15,73°, umur hilal 41,93 jam, fraksi iluminasi 6,62%, semidiameter 5,62' dan lebar toposentrik 2,8'. Rentang yang cukup besar ini dikarenakan pengamatan yang tidak hanya dilakukan ketika magrib hari ijtima namun dua bahkan tiga hari setelahnya. Posisi dan keadaan hilal dapat dilihat dari aspek ketinggian toposentrik dan semidiameter toposentrik, elongasi, selisih azimuth, umur hilal, fraksi iluminasi dan lebar hilal. Perubahan masing-masing parameter dibandingkan dengan parameter lainnya dapat dilihat pada gambar berikut ini. Grafik dibuat dengan SPSS 16.0.

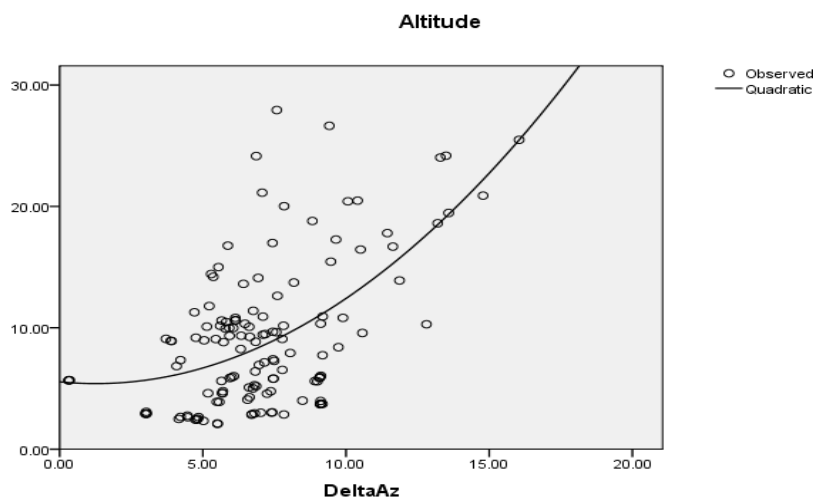


**Gambar 2** Keadaan Hilal dilihat dari berbagai parameter visibilitas hilal Terlihat pada grafik gambar 2 di atas, bahwa tiap-tiap parameter memiliki keterkaitan. Ketika nilai salah satu parameter naik, maka nilai



parameter yang lain juga akan ikut naik, sebaliknya jika nilai salah satu parameter turun, maka nilai parameter yang lain juga akan ikut turun. Namun untuk grafik selisih azimuth dan elongasi tidak ditemukan kekonsistenan data hingga data keempat puluh, ketika ketinggian hilal naik, ada data di mana selisih azimuth dan elongasi justru turun. Dapat diperoleh kesimpulan bahwa azimuth dan elongasi memiliki karakteristik yang berbeda dengan parameter-parameter yang lain.

Pengujian perbedaan karakter dari masing-masing parameter dapat dilihat pada grafik berikut ini. Pada grafik berikut, penulis menunjukkan hubungan masing-masing parameter diantaranya: ketinggian toposentrik dengan elongasi, ketinggian toposentrik dengan selisih azimuth, ketinggian toposentrik dengan lebar hilal, elongasi dengan selisih azimuth, lebar hilal dengan umur hilal, dan semidiameter toposentrik dengan fraksi iluminasi hilal. Grafik dibuat menggunakan SPSS 16.0.



**Gambar 3** Hubungan Selisih Azimut dengan Altitude Toposentrik

**Tabel 3** Ringkasan Pemodelan Regresi antara Selisih Azimut dengan Altitude Toposentrik

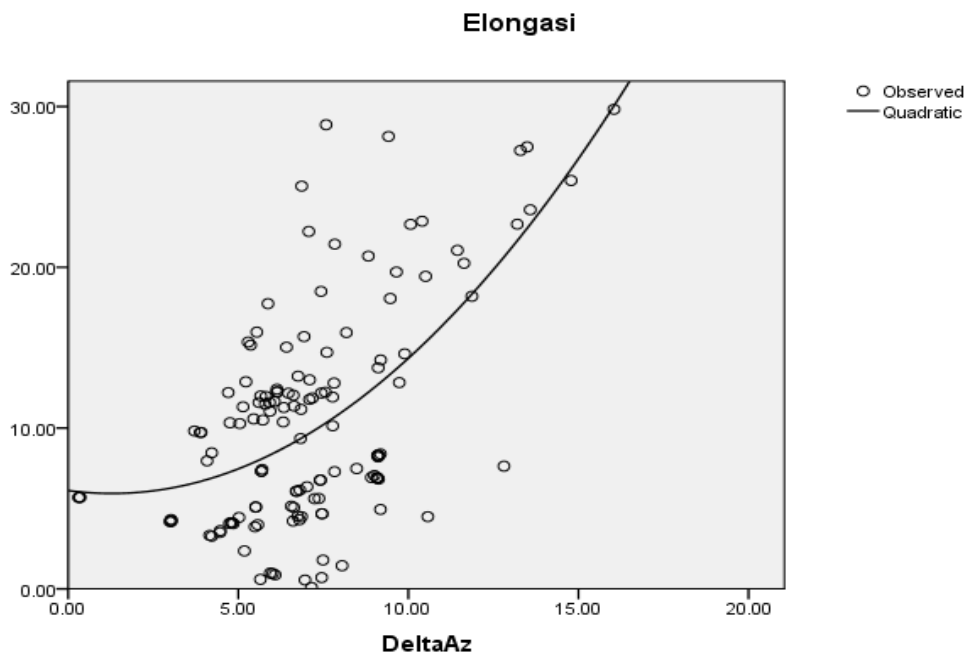
Model Summary			
R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
.564	.318	.308	4.948

The independent variable is DeltaAz.

**Tabel 4** Koefisien Regresi antara Selisih Azimut dengan Altitude Toposentrik

**Coefficients**

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
DeltaAz	-.231	.578	-.102	-.399	.690
DeltaAz ** 2	.092	.035	.661	2.598	.010
(Constant)	5.549	2.271		2.444	.016



**Gambar 4** Hubungan Selisih Azimut dengan Elongasi

**Tabel 5** Ringkasan Pemodelan Regresi antara Selisih Azimut dengan Elongasi

**Model Summary**

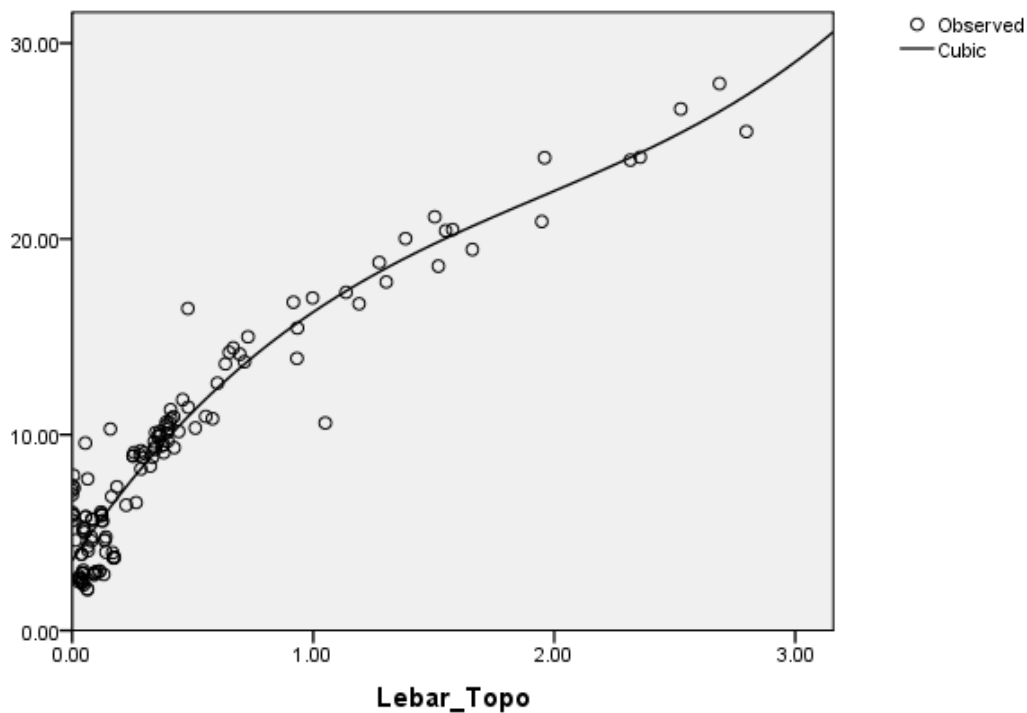
R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
.593	.352	.342	5.511

The independent variable is DeltaAz.

**Tabel 6** Koefisien Regresi antara Selisih Azimut dengan Elongasi  
**Coefficients**

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
DeltaAz	-.283	.643	-.109	-.440	.661
DeltaAz ** 2	.111	.039	.697	2.812	.006
(Constant)	6.114	2.529		2.418	.017

**Altitude**



**Gambar 5** Hubungan Lebar Hilal dengan Altitude Toposentrik

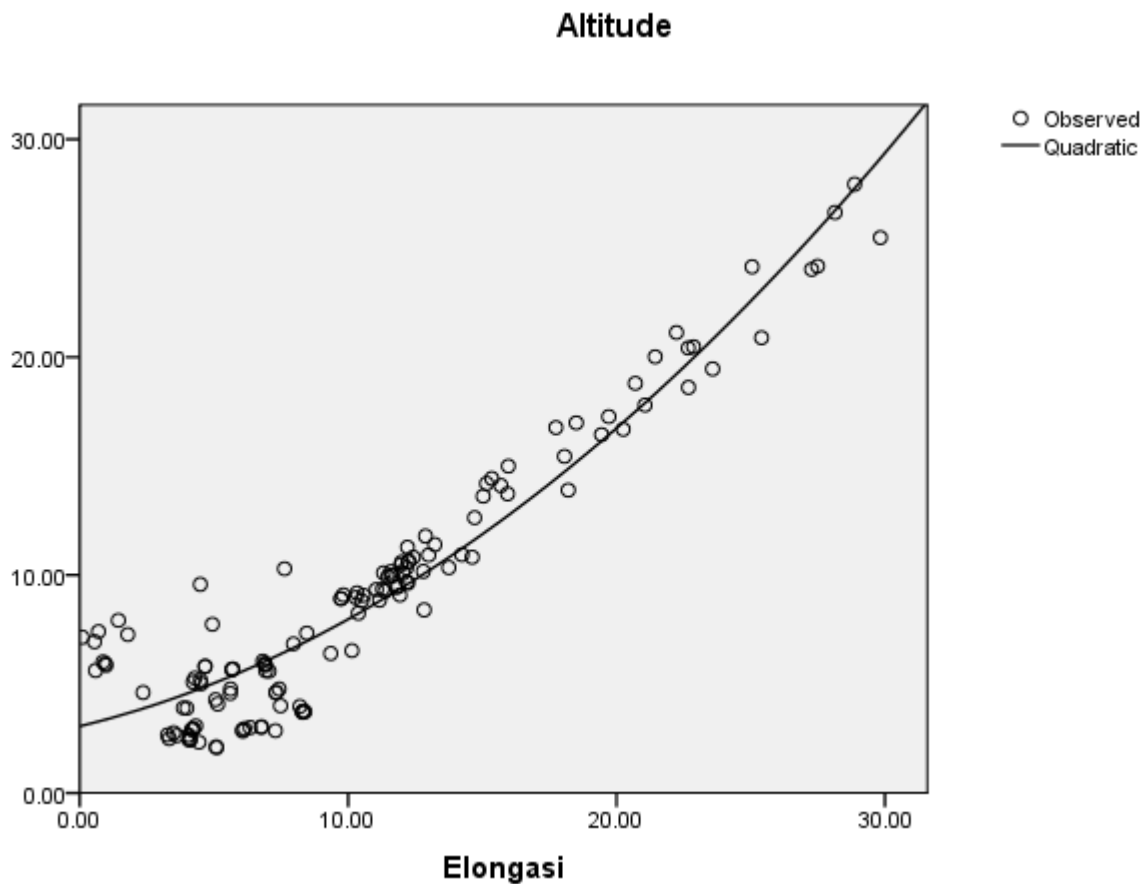
**Tabel 7** Ringkasan Pemodelan Regresi antara Lebar Hilal dengan Altitude Toposentrik

<b>Model Summary</b>			
R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
.956	.915	.913	1.758

The independent variable is Lebar\_Topo.

**Tabel 8** Koefisien Regresi antara Lebar Hilal dengan Altitude Toposentrik

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
	Lebar_Topo	18.253	1.523		
Lebar_Topo ** 2	-6.711	1.656	-1.541	-4.052	.000
Lebar_Topo ** 3	1.153	.450	.649	2.560	.012
(Constant)	3.572	.275		12.985	.000



**Gambar 6** Hubungan Elongasi dengan Altitude Toposentrik

**Tabel 9** Ringkasan Pemodelan Regresi antara Elongasi dengan Altitude Toposentrik

Model Summary			
R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
.952	.907	.905	1.831

**Model Summary**

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
.952	.907	.905	1.831

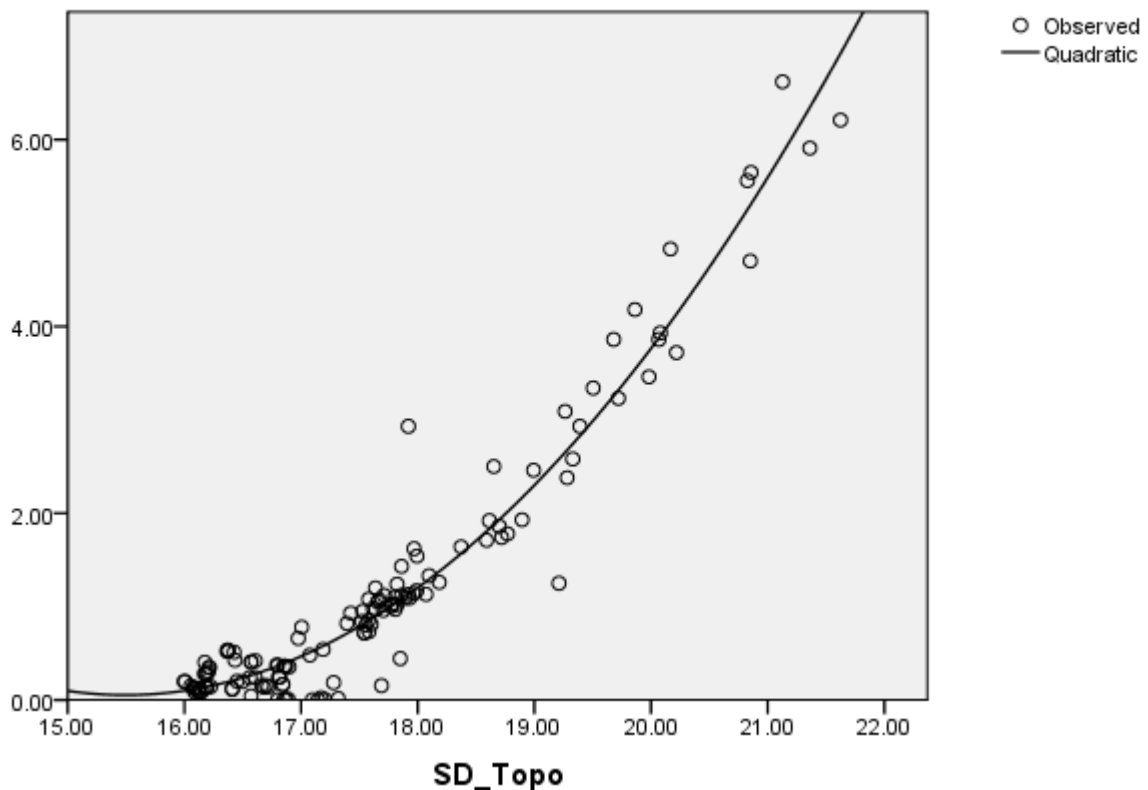
The independent variable is Elongasi.

**Tabel 10** Koefisien Regresi antara Elongasi dengan Altitude Toposentrik

**Coefficients**

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
Elongasi	.298	.079	.340	3.761	.000
Elongasi ** 2	.019	.003	.622	6.871	.000
(Constant)	3.065	.457		6.709	.000

**Iluminasi**



**Gambar 7** Hubungan Semidiameter Toposentrik dengan Fraksi Iluminasi

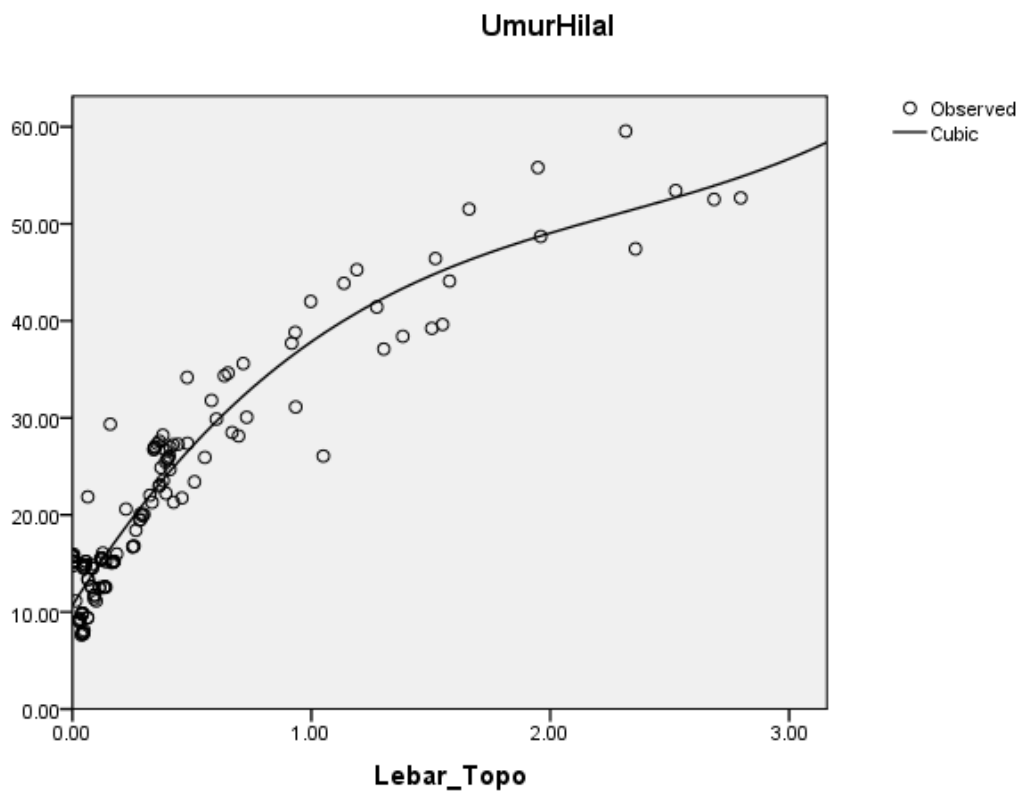
**Tabel 11** Ringkasan Pemodelan Regresi antara Semidiameter Toposentrik dengan Fraksi Iluminasi

Model Summary			
R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
.972	.945	.944	.338

The independent variable is SD\_Topo.

**Tabel 12** Koefisien Regresi antara Semidiameter Toposentrik dengan Fraksi Iluminasi

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
	SD_Topo	-5.663	.516		
SD_Topo ** 2	.183	.014	6.125	12.977	.000
(Constant)	43.919	4.696		9.352	.000



**Gambar 8** Hubungan Lebar Hilal dengan Umur Hilal

**Tabel 13** Ringkasan Pemodelan Regresi antara Lebar Hilal dengan Umur Hilal

Model Summary			
R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
.955	.912	.910	3.632

The independent variable is Lebar\_Topo.

**Tabel 14** Koefisien Regresi antara Lebar Hilal dengan Umur Hilal

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
Lebar_Topo	39.290	3.146	1.934	12.489	.000
Lebar_Topo ** 2	-14.189	3.421	-1.604	-4.148	.000
Lebar_Topo ** 3	2.069	.930	.574	2.225	.028
(Constant)	10.676	.568		18.791	.000

Terlihat dari tabel dan grafik bahwa koefisien determinasi dari tiap-tiap grafik bervariasi. Koefisien determinasi dalam sebuah regresi ( $R^2$ ) menyatakan seberapa dekat jarak antara data dengan kurva regresinya. Semakin banyak data yang berdekatan dengan kurva regresi, semakin besar pula koefisien determinasinya. Nilai koefisien determinasi maksimum 1 berarti setiap data dari 1 variabel saling memengaruhi variabel lain secara tepat, sedangkan nilai koefisien determinasi minimum 0 berarti setiap data dari 1 variabel tidak begitu signifikan mempengaruhi variabel yang lain. Koefisien determinasi terbesar

diperoleh dari hubungan semidiameter toposentrik dengan fraksi iluminasi bernilai 0,945; disusul kemudian altitude toposentrik dengan lebar hilal bernilai 0,915; lebar hilal-elongasi bernilai 0,912; elongasi-altitude toposentrik bernilai 0,9066 dan nilai koefisien terendah diperoleh dari hubungan selisih azimut dengan altitude toposentrik dan elongasi berturut-turut bernilai 0,352 dan 0,318. Berdasarkan nilai koefisien determinasi ini juga terlihat bahwa azimut tidak begitu signifikan mempengaruhi altitude toposentrik dan elongasi karena nilai koefisien yang rendah. Namun di sisi lain, lebar hilal, umur hilal elongasi

dan ketinggian hilal saling memengaruhi satu sama lain dengan begitu signifikan karena nilai koefisien yang cukup besar mendekati 1.

### C. Pembentukan Kriteria Visibilitas Hilal

Penentuan koefisien determinasi dan koefisien korelasi untuk tiap-tiap variabel visibilitas hilal hanya digunakan untuk mencari hubungan seberapa signifikan variabel tersebut dengan variabel lainnya. Selain itu juga, persamaan regresi yang telah di bentuk hanya digunakan untuk mengestimasi nilai suatu data yang tidak ada di dalam data yang diketahui, baik dengan interpolasi (data berada di dalam beberapa nilai data yang diketahui) maupun ekstrapolasi (data berada di luar beberapa nilai data yang diketahui). Namun ketiganya tidak mampu menentukan apakah hilal dapat terlihat ataupun tidak. Untuk itulah, pembentukan kriteria visibilitas hilal dilakukan berdasarkan oleh batas-batas minimum dari hubungan dua variabel visibilitas hilal yang mana jika dibuat suatu fungsi atau persamaan, fungsi tersebut akan melewati titik-titik terluar (*outlier*) dari berbagai data. Dalam

menentukan variabel mana saja yang dapat dibuat kriteria visibilitas hilal, penulis melakukan pembentukan kriteria visibilitas hilal berdasarkan hubungan faktor-faktor yang dapat mendukung visibilitas hilal secara umum yakni parameter empiris bulan (berkaitan dengan posisi hilal dan matahari seperti ketinggian, azimut dan elongasi) dan parameter fisis bulan (berkaitan dengan besaran yang dapat terlihat secara fisis pada bulan seperti lebar hilal, kecerlangan, kontras, sudut fase, iluminasi). Selain itu juga, signifikansi hubungan antar parameter juga menjadi pertimbangan penulis dalam menentukan variabel mana saja yang digunakan dalam pembentukan kriteria visibilitas ini. Sehingga, formulasi kriteria visibilitas hilal yang penulis angkat disini terdiri dari variabel berikut:

- *Altitude* toposentrik dengan Selisih Azimut (karena keduanya tidak memiliki hubungan yang signifikan dan kecenderungan yang berbeda sehingga perlu dianalisis pergerakannya).
- *Altitude* toposentrik dengan Elongasi dan



- *Altitude* toposentrik dengan lebar hilal toposentrik. ketiga variabel ini (*altitude* toposentrik, elongasi dan lebar hilal) memiliki hubungan yang cukup signifikan dan independen terhadap variabel yang lain.

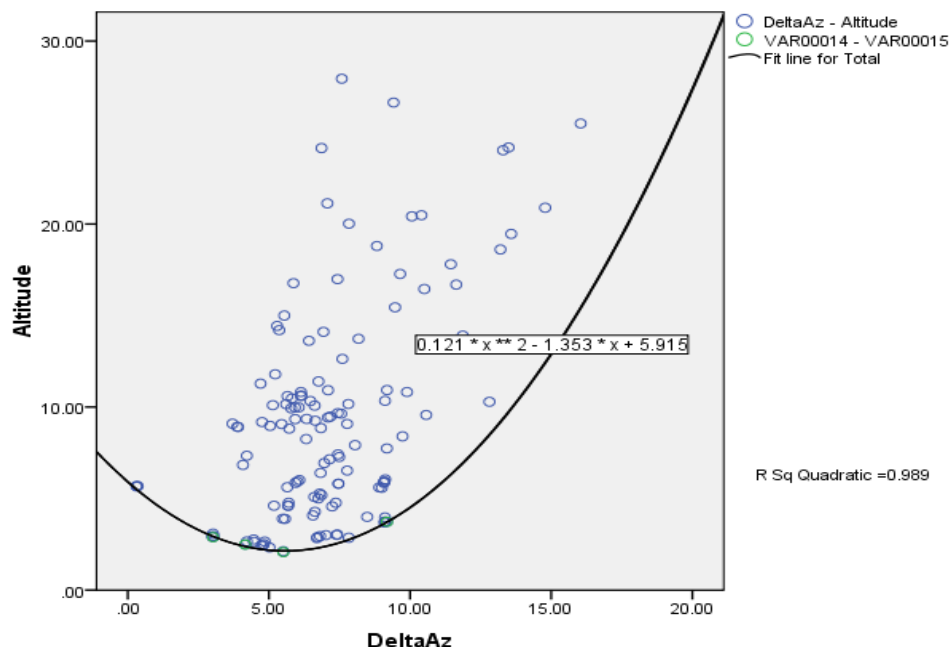
Dalam menentukan kurva batas minimum kriteria visibilitas hilal,

terlebih dahulu menentukan titik-titik terluar (*outlier*) dari sekumpulan data pada hubungan antar dua variabel sehingga, data-data yang lain berada di dalam lingkup kurva yang melewati titik-titik terluar tersebut. Berikut ini data *outlier* untuk masing-masing hubungan antar dua variabel:

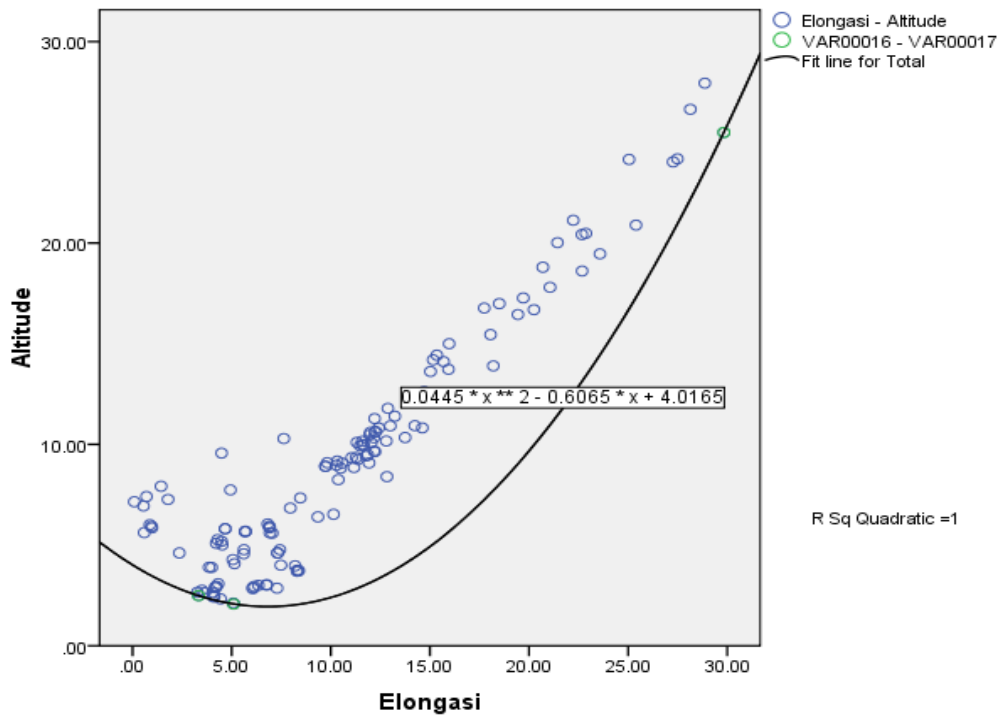
**Tabel 16** Titik-titik terluar (*outlier*) hubungan antar dua variabel visibilitas hilal

DAZ	H	ARCL	H	W'	H
3.02	2.89	3.33	2.49	0.06	2.12
4.16	2.49	5.10	2.08	0.13	2.86
5.51	2.08	29.83	25.49	1.05	10.60
9.18	3.73			2.80	25.49

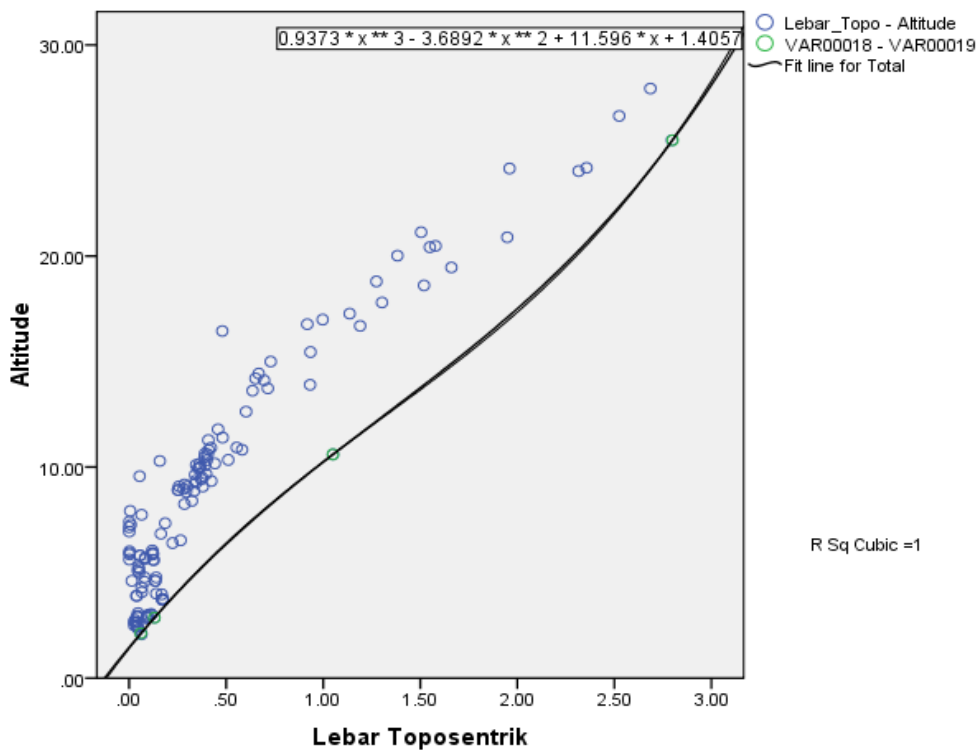
Berikut ini grafik kriteria visibilitas hilal. Grafik ini dibuat dengan SPSS 16.0.



**Gambar 5** Kriteria Visibilitas Hilal, Altitude – Selisih Azimut



**Gambar 6** Kriteria Visibilitas Hilal, Altitude – Elongasi



**Gambar 7** Kriteria Visibilitas Hilal, Altitude – Lebar Hilal

Dari kurva kriteria visibilitas hilal *altitude*-selisih azimut, dapat diperoleh informasi bahwa ketika selisih azimut bernilai nol, *altitude* bernilai  $5,915^\circ$ . Semakin diperbesar nilai selisih azimut, nilai *altitude* semakin rendah hingga mencapai titik balik minimumnya ketika selisih azimut bernilai  $5,572^\circ$  dan *altitude*  $2,145^\circ$ . Setelah melewati titik balik minimum, penambahan nilai selisih azimut diikuti pula oleh bertambahnya nilai *altitude*. Koefisien determinasi yang bernilai 0,9886 (mendekati 1) menandakan bahwa ada faktor-faktor lain yang memengaruhi kriteria visibilitas hilal tidak hanya kedua variabel ini.

Dari kurva kriteria visibilitas hilal *altitude*-elongasi, dapat diperoleh informasi bahwa ketika elongasi bernilai nol, *altitude* bernilai  $4,016^\circ$ . Nilai ini lebih rendah dibandingkan dengan nilai *altitude* ketika selisih azimut bernilai nol. Kemudian, semakin besar elongasi maka nilai *altitude* semakin rendah, kecenderungan ini hampir sama dengan yang dialami oleh selisih azimut ketika diperbesar. Elongasi diperbesar hingga mencapai titik balik minimumnya ketika bernilai  $6,815^\circ$  dan *altitude*  $1,950^\circ$ . Koefisien

determinasi tepat bernilai 1 menandakan bahwa *outlier* kedua variabel ini sangat signifikan.

#### D. Kesimpulan

Berdasarkan analisis data dan pembahasan sebelumnya dapat disimpulkan bahwa: Melihat dari signifikansi hubungan variabel visibilitas hilal, kriteria visibilitas hilal dibentuk dari parameter *altitude* toposentik, selisih azimut, elongasi dan lebar hila ketika Matahari terbenam. Ada tiga persamaan yang dibentuk dari variabel tersebut yakni: Kriteria *Altitude*-Selisih Azimut dengan persamaan  $h \geq 0,1214 DAz^2 - 1,353|DAz| + 5,9147^\circ$  memiliki titik balik minimum pada  $5,572^\circ$  untuk selisih azimut dan  $2,145^\circ$  untuk *altitude*. Kriteria *Altitude*-Elongasi dengan persamaan  $h \geq 0,0445 ARCL^2 - 0,6065 ARCL + 4,0165^\circ$  memiliki titik balik minimum pada  $6,815^\circ$  untuk elongasi dan  $1,950^\circ$  untuk *altitude*, dan kriteria *Altitude*-Lebar Hilal dengan persamaan  $h \geq 0,9373W^3 - 3,6892W^2 + 11,596W + 1,4057^\circ$  memiliki titik belok pada 1,312 menit busur untuk lebar hilal dan  $12,386^\circ$  untuk *altitude*. Bulan dapat dikatakan sebagai hilal jika *altitude* terletak di antara  $1,950^\circ$  hingga  $12,386^\circ$  dengan elongasi minimum

6,815° dan selisih azimut 5,572°. Ketika altitude lebih rendah dari 1,950° pada waktu Matahari terbenam, bulan masih dapat dikatakan sebagai Bulan Baru meskipun umur hilal sudah positif. Sedangkan ketika altitude lebih tinggi dari 12,386° pada waktu Matahari terbenam, maka Bulan tidak bisa disebut lagi sebagai hilal melainkan sabit mengembang (*waxing crescent*).

Bertolak dari kesimpulan dan temuan-temuan dalam penelitian ini, maka saran-saran yang dapat diberikan sebagai berikut:

Bagi ahli falak dan pengguna kriteria imkanurrukyat: Kriteria imkanurrukyat tidak hanya semata-mata dibentuk dari segi astronomis melainkan juga fikih. Antara fikih dengan astronomis merupakan satu kesatuan dan tidak dapat dipisahkan. Dikotomi antara aspek fikih dan aspek astronomis dalam kriteria imkanurrukyat lebih disebabkan karena kurangnya data-data pengamatan hilal di lapangan secara astronomis. Penerimaan kesaksian rukyatul hilal juga semata-mata didasarkan pada aspek legalitas formal (dalam hal ini fikih) namun mengabaikan aspek fisis objek yang diamati (yakni hilal, sebagai

objek astronomis). Dengan melakukan pengamatan hilal yang berkualitas secara berkesinambungan, aspek fikih dan astronomis dapat terintegrasi sehingga diperoleh kriteria yang lebih valid dan dapat menghindari perbedaan pendapat mengenai keduanya.

Bagi peneliti selanjutnya Penggunaan peranti lunak (*software*) sangat membantu dalam melakukan pemodelan kriteria visibilitas hilal dengan lebih akurat dan presisi dan tidak hanya itu, dapat juga memprediksi di koordinat manakah hilal diduga dapat terlihat pertama kali di permukaan Bumi. Keterbatasan penulis dalam penelitian ini sekiranya dapat diatasi bagi para peneliti selanjutnya jika ingin membahas topik mengenai kriteria visibilitas hilal lebih jauh.

Bagi masyarakat Dinamika perkembangan kriteria imkanurrukyat atau visibilitas hilal ini merupakan buah dari bidang keilmuan sains khususnya astronomi yang selalu terbuka menerima hal-hal yang baru selama dapat dipertanggungjawabkan selama ilmiah dengan bukti-bukti empiris. Perkembangan ini hendaknya dapat disikapi secara arif dan tidak menganggap bahwa sains (dalam hal ini

kriteria imkanrukyat) adalah hal yang mutlak dan tetap. Meskipun demikian, perlunya suatu kriteria tunggal yang terintegrasi antara fikih dan astronomis adalah bentuk tanggungjawab sosial para ahli di bidangnya kepada masyarakat.

### Daftar Pustaka

- Hoffman, R.E. Observing the New Moon. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 2003, 340.
- Ilyas, M. (1984). *A Modern Guide to Astronomical Calculations of Islamic Calendar, Times and Qibla*. Berita, Kuala Lumpur.
- Odeh, M. Sh. (2004). New Criterion for Lunar Crescent Visibility. *Experimental Astronomy*.
- Rekavitulasi Data Rukyatul Hilal, Badan Hisab dan Rukyat Kementerian Agama RI, 1962-2010.
- Data hilal positif 2008-2015, Badan Meteorologi dan Geofisika (BMKG) RI.