FLAT EARTH 101
COMMUNITY

www.youtube.com/c/flatearth1010
www.fe101.net
admin@fe101.net

JURNAL ILMIAH

PERHITUNGAN DAN ANALISIS PENGUKURAN JARAK MATAHARI VERSI BUMI DATAR & BUMI BOLA DI 55 KOTA DI 32 PROVINSI INDONESIA

Disusun oleh:
Komunitas Flat Earth 101 Indonesia
Soegianto Soelistiono *(Dosen Fisika Komputasi)*
Muhammad Hajianto *(Penulis & Tutor Fisika)*
Rudi Rosidi *(Dosen Kalkulus & Statistika)*
Anggoro Aji *(Pengajar Fisika & Matematika)*
Gigih P. Syahban *(Praktisi Teknologi Informasi)*

INDONESIA, 23 SEPTEMBER 2017

Komunitas Flat Earth 101 adalah kelompok informal nirlaba dan non-politik yang terbentuk berdasarkan inisiatif dan antusiasme swasdaya masyarakat.

LAPORAN
GERAKAN NASIONAL MENGHITUNG JARAK MATAHARI

VERSI BUMI DATAR & BUMI GLOBE, 23 SEPTEMBER 2017

Disusun oleh:

Komunitas Flat Earth 101 Indonesia

Soegianto Soelistiono

*Dosen Fisika Komputas*i

Muhammad Hajianto

Penulis & Tutor Fisika

Rudi Rosidi

Dosen Kalkulus & Statistika

Anggoro Aji

Pengajar Sains (Fisika, Matematika, Biologi)

Gigih Prawira Syahban

Praktisi Teknologi Informasi dan Komunikasi

Abstract

Baik versi model bumi datar atau Flat Earth (FE) maupun model bumi bulat atau Globe Earth (GE) menunjukkan bahwa pada tanggal 23 September matahari tepat di garis imajiner khatulistiwa. Jika ada yang bertanya, "Berapakah jarak matahari?", sebagian besar orang akan mencari di Google dan menjawab, "149,6 juta km". Setelah itu merasa sudah memiliki pengetahuan. Padahal, mereka tidak tahu siapa yang mengukur, bagaimana metodenya, apa dasar asumsinya, dan lain-lain.

Eksplorasi dilakukan dengan menggunakan metoda pengukuran Eratosthenes, yang diakui oleh sains arus utama sampai sekarang dan dijuluki sebagai "*the Father of Geography*". Pengukuran yang dilakukan oleh Eratosthenes adalah dengan menganalisa bayangan matahari yang lurus arah sumur di Syene dan lokasi bayangan sebuah monumen yang tinggi di Alexandia. Hal ini membuat Eratosthenes merasa telah berhasil mengukur kelengkungan bumi. Dalam eksplorasi saat ini dilakukan lebih detail dari yang telah dilakukan oleh Eratosthenes, yaitu pengukuran bayangan matahari secara serempak untuk menganalisa profil kelengkungan bumi sekaligus ketinggian matahari.

Data yang ada jika dilakukan pengecekan dengan menggunakan hubungan antara lokasi pengamatan dengan sudut bayangan yang terbentuk terjadi korelasi yang sangat kuat, hal ini menunjukkan bahwa data yang didapat sudah sangat bagus. Dengan menggunakan model FE didapatkan data perhitungan ketinggian matahari. Dari hasil analisa didapat nilai regresi liniernya adalah: ketinggian matahari = -0.039 x Jarak dari Pontianak + 5.965,2 km sangat mendukung konsep bumi datar. Lokasi pengukuran dimanapun hasilnya akan relatif sama

Pengukuran model GE dari simulasi diperoleh bahwa ketinggian perhitungan sangat dipengaruhi oleh jauhnya lokasi terhadap titik kulminasi Pontianak. Dan data yang didapat dari pengukuran lapangan saat dimasukkan dalam model GE menghasilkan nilai yang ketinggiannya tidak sampai dalam skala jutaan km.

Keywords—matahari, Flat Earth (FE)

1. Pendahuluan

Jika ada yang bertanya, "Berapakah jarak matahari?", sebagian besar orang akan mencari di Google dan menjawab, "149,6 juta km". Mereka menganggap itu adalah fakta dan merasa sudah memiliki pengetahuan. Padahal, mereka tidak tahu siapa yang mengukur, bagaimana metodenya, apa dasar asumsinya, dan lain-lain. Jarak matahari versi GE, yang diajarkan di semua sekolah di seluruh dunia, diukur bukan dengan menggunakan meteran atau roket, melainkan dengan menggunakan metode triangulasi. Bahkan, asumsi jarak matahari versi bumi bola bukan dihitung oleh Coppernicus, Kepler atau Galileo 500 tahun lalu, melainkan oleh Aristarchus of Samos, 2300 tahun lalu dengan menggunakan trigonometri.

Sebagaimana diketahui, pada tanggal 22 Juni matahari berada pada 23.5° Lintang Utara (LU), dan pada tanggal 22 Desember berada pada 23.5° Lintang Selatan (LS). Pada tanggal 21 Maret dan 23 September, matahari berada tepat di garis khatulistiwa. Perjalanan garis edar matahari ini yang membuat terjadinya 4 musim di wilayah-wilayah sub-tropik. Menurut versi Flat Earth (FE), hal itu disebabkan orbit matahari mengelilingi bumi tanggal 22 Juni mengecil di lingkar Kutub Utara (23.5° LU) dan tanggal 22 Desember membesar di dekat Antartika (23.5° LS). Sementara, menurut versi Globe Earth (GE), hal itu disebabkan bumi bola mengalami *tilt* (miring) 23.5° LU tanggal 22 Juni dan miring 23.5° LS tanggal 22 Desember. Baik versi FE maupun GE menunjukkan bahwa tanggal 23 September matahari tepat di garis imajiner khatulistiwa.

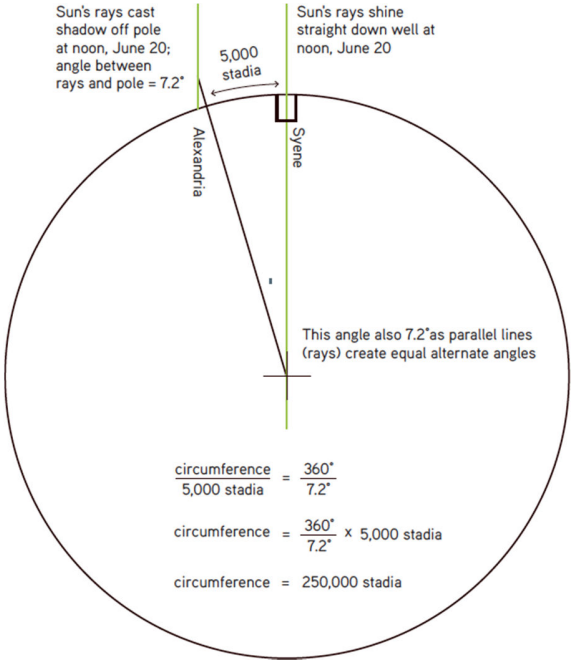
Pada hari Sabtu, 23 September 2017 pukul 11.38 WIB, matahari berada pada titik kulminasi di kota Pontianak yang terletak di "garis khatulistiwa". Peristiwa ini merupakan waktu yang tepat untuk melakukan eksperiment mengukur ketinggian bayangan. Komunitas Flat Earth 101 telah melaksanakan Gerakan Nasional Menghitung Jarak Matahari versi Bumi Datar dan Bumi Globe, yang dilakukan secara serentak di 55 Kota pada 32 Provinsi di seluruh Indonesia. Selain di Indonesia, beberapa anggota komunitas FE101 di luar negeri juga turut melakukan pengamatan, yakni Australia di Victoria dan Malaysia di Pahang dan Sabah.

Pengamatan yang dilakukan ini merupakan pengembangan yang dilakukan oleh Eratosthenes (276 SM - 194 SM) yang melakukan pengukuran kelengkungan dan jejari bumi dengan melihat bayangan matahari di lokasi yang jauhnya 800 km dengan tanggal yang sama, hitungan ini menghasilkan nilai kelengkungan bumi dari kedua lokasi pengamatan tersebut. Pengukuran Eratosthenes dikembangkan dengan mengajak beberapa tim untuk melakukan secara serempak dalam waktu yang sudah ditentukan dengan posisi yang berbeda-beda. Hasil yang diharapkan adalah kelengkungan atau datarnya bumi dan juga menghitung ketinggian matahari.

2. Metode dan Alat

2.1 Metode dan Pendekatan

Konsep pengukuran ini merupakan pengembangan dari pengamatan yang dilakukan Eratosthenes yang melakukan pengukuran kelengkungan bumi dengan mengamati bayangan matahari di Syene dan Alexandria, pengukuran dilakukan di tanggal yang sama dengan waktu yang dianggap sama.



Gambar 2.1 Metode pengukuran Eratosthenes
(https://www.khanacademy.org/partner-content/big-history-project/solar-system-and-earth/knowing-solar-system-earth/a/eratosthenes-of-cyrene)

Jika Eratosthenes menggunakan tanggal 20 Juni sebagai hari yang pas dimana matahari tegak lurus arah sumurnya di Syene maka komunitas FE 101 Indonesia melakukan pada saat titik kulminasi matahari yaitu 23 September dan dilakukan serempak seluruh Indonesia. Dalam pengamatan penghitungan ketinggian matahari ini pendekatan yang dilakukan oleh komunitas FE 101 Indonesia ini adalah pendekatan dengan melakukan pengukuran bayangan yang dihasilkan oleh sebuah tongkat dengan ketinggian antara 1 meter sampai 2 meter. Hasil pengamatan panjang dan lokasi pengamatan akan dijadikan dasar penghitungan ketinggian matahari baik dengan konsep FE maupun konsep GE. Pengamatan bayangan matahari ini sudah lazim dilakukan, diantaranya adalah pendeteksian arah kiblat saat matahari di atas Kabah dan perhitungan waktu sholat kaum muslimin yang tentu sangat mengandalkan bayangan matahari.

2.2 Lokasi Pengamatan

Gerakan Nasional menghitung ketinggian matahari ini dilakukan secara serentak di 43 kota dan 32 provinsi (data terlampir). Selain di Indonesia, beberapa anggota komunitas FE101 di luar negeri juga turut melakukan, yakni Australia di Victoria dan Malaysia di Pahang dan Sabah. Pada saat pengamatan pada waktu yang sudah disepakati, beberapa lokasi pengamatan mengalami mendung sehingga tidak semua pengamat mendapatkan bayangan.

Dari 43 lokasi pengamatan, terdapat 8 lokasi yang tidak dapat menginformasikan bayangan akibat kendala awan yang menutupi sinar matahari dan kendala teknis lainnya. Dari data yang didapat, terlihat bahwa pengukuran dilakukan pada banyak lokasi di Indonesia dan beberapa lokasi di luar negeri. Ini adalah sejarah bagi komunitas FE 101 Indonesia dalam membuat gerakan perhitungan ketinggian matahari.

2.3 Instrumen Pengamatan

Dalam gerakan nasional pengamatan bayangan ini, dibuat mekanisme yang mudah dan peralatan yang mudah dan murah untuk didapatkan dari sekeliling pengamat. Peralatan yang digunakan adalah:

1. Tongkat dengan panjang antara 1 meter sampai 2 meter
2. Jam analog (jam meja) atau jam digital
3. Laptop dan modem
4. Smartphone dengan fasilitas kamera untuk merekam gambar atau video
5. Bandul pemberat
6. Penggaris Siku atau waterpass
7. Penggaris ukur panjang atau meteran

Prosedur Teknis Hari-H Gerakan Nasional Menghitung Jarak Matahari 23 September:

1. Tim pengamat melakukan survey lokasi minimal 1 hari sebelum tanggal yang sudah disepakati untuk menentukan titik lokasi pengamatan dan koordinat lokasinya, kemudian melaporkan kepada koordinator regional untuk diteruskan kepada koordinator pusat. Laporkan juga data diri pengamat dan pembagian tugasnya.
2. Pada saat hari pelaksanaan, tim pengamat sudah berada di lokasi pengamatan 1 jam sebelum kulminasi untuk mempersiapkan alat kerja, dokumentasi lokasi pengamatan dan lain-lain yang dianggap perlu.
3. Dirikan tongkat tepat di atas lokasi yang sudah ditandai. Pastikan tongkat berdiri tegak lurus dengan menggunakan bandul dan penggaris siku. Selain itu juga memastikan bidang tangkap bayangan benar-benar datar dengan menggunakan waterpass. Letakan penggaris searah dengan bayangan. Letakan juga jam analog atau jam meja di dekat penggaris. Pastikan peralatan-peralatan lainnya dalam keadaan siap digunakan.
4. Melakukan kalibrasi ulang alat pengamatan; panjang tongkat, koordinat lokasi, perkiraan tinggi lokasi dari permukaan air laut, perkiraan cuaca menjelang pengamatan dan lain-

lain yang dianggap perlu termasuk meminimalkan terjadinya gangguan eksternal pada saat pengamatan.

5. Hidupkan laptop atau Handphone, pastikan tersambung dengan koneksi internet menggunakan modem atau wifi (tethering hotspot) untuk mengakses https://time.is/id/Pontianak_Barat sebagai waktu acuan pengukuran.
5. Tepat pada pukul 11.38 WIB (sesuai dengan waktu di website) tim melakukan dokumentasi bayangan. Pastikan bayangan, penggaris dan jam terekam dengan baik dalam satu layar dan terlihat dengan jelas.
6. Selesai pengamatan, dokumentasikan peralatan kerja bersama dengan tim pengamat.
7. Semua dokumentasi kegiatan dikumpulkan dalam satu folder dan dikirimkan melalui email ke komunitas@fe101.net dengan format:
   Subjek: G23S [KOTA][PROVINSI]
   Isi:
   - Nama lengkap tim pengamat.
   - Panjang Tongkat yang digunakan.
   - Panjang Bayangan yang dihasilkan.
   - koordinat pengukuran, longitude dan latitude
   Lampiran/attachment:
   - Dokumentasi kegiatan pengamatan
7. Konfirmasi pengiriman laporan melalui WA group dengan format:
   Tim pengamat dari [kota][provinsi] telah mengirimkan email, menggunakan email [tulis email pengirim nya]

2.4 Tahapan Pengolahan Data

2.4.1 Pembersihan Data (Cleaning)

Data *cleaning* adalah suatu proses mengenai (1) memeriksa hasil pengamatan yang telah lengkap/selesai untuk meyakinkan bahwa lembar kerja telah diisi dengan cukup dan dijawab dengan benar serta dalam kerangka lingkup tujuan pengamatan dan (2) melaksanakan koreksi bila memang diperlukan, serta membuang data yang tidak lengkap atau sulit untuk diinterpretasikan. Tahapan Data *cleaning* dimulai setiap harinya dari pengumpulan data lokasi pengamatan, hasil pengamatan, dan dokumentasi proses pengamatan yang dikirimkan melalui email.

2.4.2 Entri Data

Entri data merupakan proses penginputan data mentah ke dalam tabulasi data berdasarkan kodifikasi yang telah dibuat pada lembar kerja, pada proses entri data dilakukan juga pemeriksaan data yang kosong (*missing* data).

2.4.3.Penyaringan Data (Screening)

Purifikasi data dapat dilakukan melalui proses *screening* (penyaringan). Penyaringan data dilakukan untuk memastikan bahwa data yang dianalisis adalah data yang valid dan tidak mengandung kesalahan yang berupa data ganda, salah kodifikasi, mengandung *missing value*, dan lain-lain.

2.4.4 Analisis Data

Proses analisis data merupakan kegiatan inti dalam pengamatan ini, sehingga data primer yang diperoleh dari hasil pengamatan lapangan menjadi informasi yang bermakna dan dapat digunakan sebagai bahan untuk kajian untuk penelitian-penelitian berikutnya.

2.5 Alat Analisis Data

2.5.1 Analisis Statistik Deskriptif

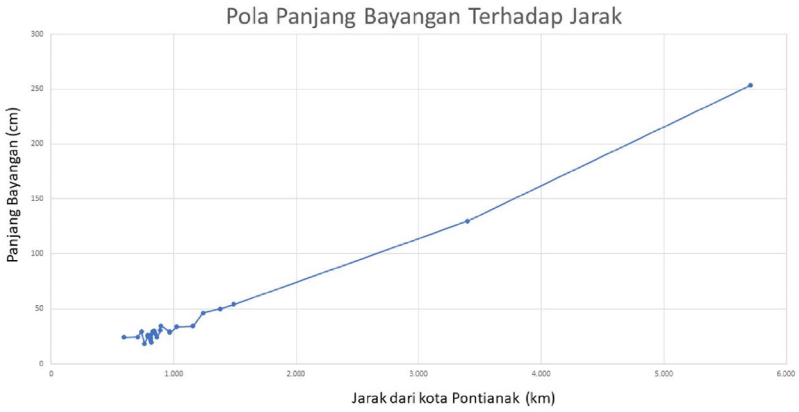
Analisis adalah pelaksanaan pemrosesan data kasar (*raw data*) menjadi suatu informasi yang berguna. Analisis hasil suatu pengamatan dimuat dalam suatu produk grafik, tabel-tabel, dan output lainnya. Output atau hasil analisis ini berguna untuk mengkomunikasikan apa yang diperoleh atau dipelajari dari pengamatan tersebut. Dalam melakukan analisis digunakan paket program komputer yang dapat membantu memudahkan dalam pengolahan data, yaitu program paket Microsoft Excel 2016 dan program IBM SPSS Statistics 24.

2.5.2 Korelasi Sudut Pengamatan terhadap Jarak

Data yang didapat perlu dilakukan uji validasi data, dengan menghubungkan antara jarak lokasi pengukuran dengan sudut bayangan yang didapat akan memberikan informasi apakah data yang didapat valid atau tidak. Hal ini disebabkan panjang tongkat yang digunakan untuk melakukan pengukuran tidak seragam, maka diperlukan persamaan untuk mengkonversi panjang bayangan. Persamaannya adalah sebagai berikut:

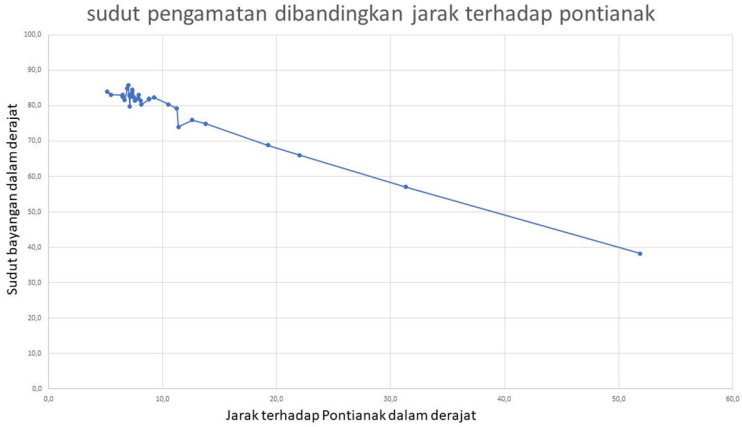
Panjang bayangan konversi = 200 x (panjang bayangan terukur / panjang tongkat terukur)

Dengan persamaan tersebut bisa diperoleh grafik dibawah ini:



Gambar 2.2 panjang bayangan terhadap jarak titik kulminasi

Berdasarkan analisis dari Gambar 2.2, jika diubah untuk pola sudut terhadap jarak, maka didapatkan grafik sebagai berikut:



Gambar 2.3 sudut bayangan terhadap jarak titik kulminasi

Dari data sudut bayangan terhadap jarak lokasi ke Pontianak, dilakukan uji statistik linieritasnya. Hal ini penting untuk melihat apakah hubungan ini bisa diwakili dengan persamaan linier atau polinomial orde nol, atau polinomial orde diatasnya.

	Mean	Std. Deviation	N
bayangan	42.8823	48.93937	25
jarak	1205.96	1081.043	25

Tabel 2.1 Analisa standar deviasi linieritas

		bayangan	jarak
Pearson Correlation	bayangan	1.000	.995
	jarak	.995	1.000
Sig. (1-tailed)	bayangan	.	.000
	jarak	.000	.
N	bayangan	25	25
	jarak	25	25

Tabel 2.2 Analisa korelasi data

Dari table 2.2 terlihat nilai korelasi antara jarak dengan bayangan bernilai 0.995 menunjukkan hubungan positif antara sudut bayangan dan jarak dari titik kulminasi.

Variables Entered/Removed[a]

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	jarak[b]	.	Enter

Tabel 2.3 Variable Entered

a. Dependent Variable: bayangan

b. All requested variables entered.

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.995[a]	.990	.990	5.00964

Tabel 2.4 Model Summary

a. Predictors: (Constant), jarak

b. Dependent Variable: bayangan

Dari tabel 2.4 diperoleh nilai standart error estimate sebesar 5.00964 yang lebih kecil dari standart deviasi bayangan, dengan nilai jarak 48.93937 dan 1081.043. Dari informasi ini didapatkan kesimpulan model regresi ini sangat bagus sebagai prediksi bayangan.

ANOVA[a]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	56904.276	1	56904.276	2267.423	.000[b]
	Residual	577.218	23	25.096		
	Total	57481.495	24			

Tabel 2.5 Uji ANOVA

a. Dependent Variable: bayangan

b. Predictors: (Constant), jarak

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-11.437	1.518		-7.533	.000
	jarak	.045	.001	.995	47.617	.000

Tabel 2.6 Menghitung koefisien persamaan linier

a. Dependent Variable: bayangan

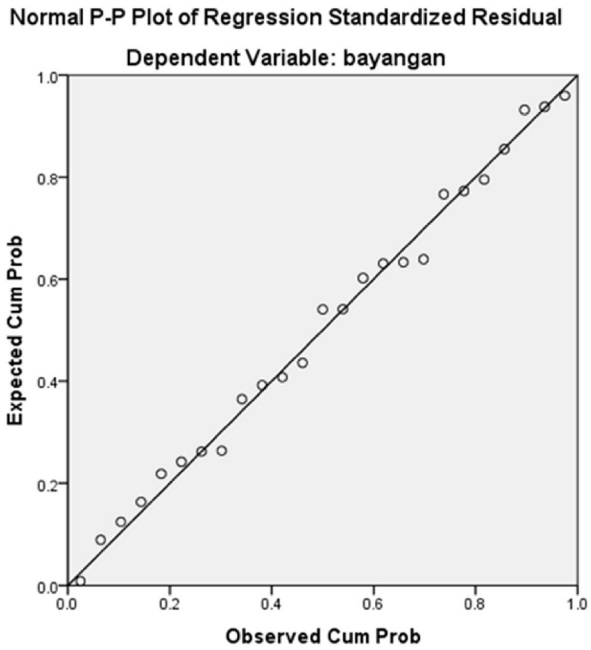
Persamaan linier yang diperoleh adalah Y= -11.437 + 0.045X + e.

Untuk makin meyakinkan korelasi tersebut perlu dihitung residu data terhadap persamaan linier yang didapatkan.

Residuals Statistics[a]

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	15.3630	245.6210	42.8823	48.69303	25
Residual	-12.00465	8.76398	.00000	4.90416	25
Std. Predicted Value	-.565	4.164	.000	1.000	25
Std. Residual	-2.396	1.749	.000	.979	25

Tabel 2.7 Tabel Residual Statistik



Gambar 2.4 Grafik Residu data terhadap persamaan linier

3. Analisis dan Pembahasan

3.1 Perhitungan dengan Model FE

Model yang digunakan untuk FE akan jauh lebih mudah dibandingkan dengan model GE, model FE dengan datarnya bumi akan membuat perhitungan ketinggian matahari dengan sama di semua lokasi pengamatan, jika ini terbukti maka model bumi datar ini akan sesuai dengan hasil pengamatan di lapangan.

Perumusan untuk bumi datar (Flat Earth) ini tidak lain adalah pendekatan segitiga sebangun, untuk lebih jelasnya bisa dilihat di gambar berikut:

Gambar 3.1 Formula model FE

Dari gambar dapat dilihat bahwa untuk saat kulminasi matahari di Pontianak, kita dapat menganggap bahwa matahari tepat di atas kota Pontianak, waktu kulminasi matahari di Pontianak ini adalah tanggal 23 September dan 23 Maret setiap tahunnya, untuk jam waktu matahari tepat diatas titik nol lintang bumi adalah 1 menit sebelum atau didekati pada saat waktu dzuhur pada saat itu yaitu jam 11:38 GMT +7. Perumusan ketinggian matahari adalah sebagai berikut:

Ketinggian Matahari = (Jarak Lokasi Pengamat + Panjangan Bayangan Terukur) x (Tinggi Tongkat/Panjang Bayangan Terukur)

Dengan menggunakan persamaan:

Ketinggian Matahari = (Jarak Lokasi Pengamat + Panjangan Bayangan Terukur) x (Tinggi Tongkat/Panjang Bayangan Terukur) dengan memasukkan data koordinat lokasi penelitian (lampiran 2) dan data bayangan (lampiran 3) didapatkan kurva sebagai berikut:

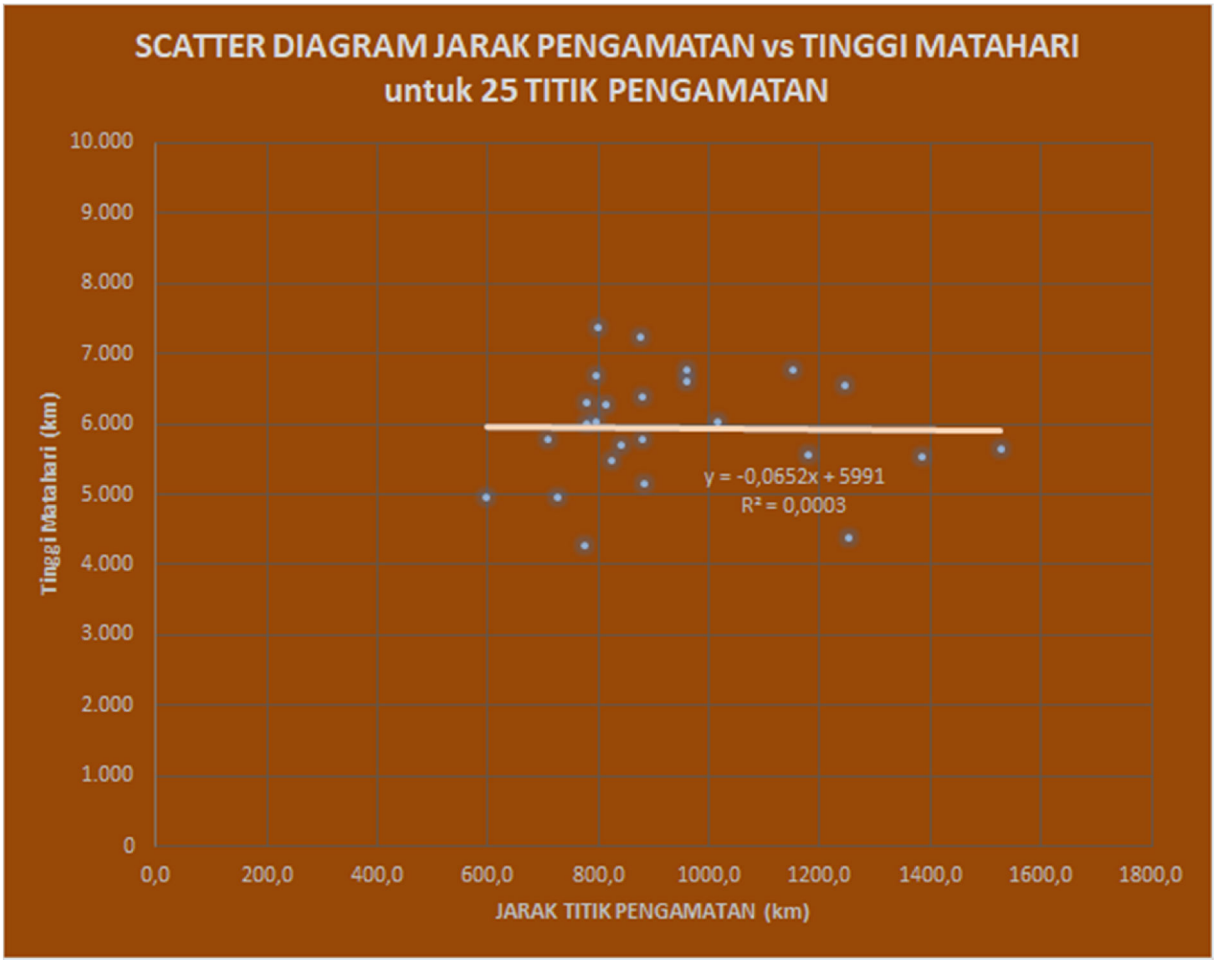
Gambar 3.2 Hasil hitungan ketinggian matahari terhadap lokasi

Dari gambar 3.2 terlihat kurva yang tidak linier dilokasi yang berjarak 1.000 km dan yang lebih dekat, hal ini dikarenakan sudut bayangan yang terukur dengan dekatnya ke titik kulminasi terlihat makin sensitif karena jarak bayangan makin terlihat lebih pendek, sehingga pengukuran sudut bayangan makin sensitif terhadap ketinggian tongkat pengamat. Data yang diperoleh korelasinya dengan jarak lokasi pengamatan sudah dibuktikan sangat kuat korelasinya, dengan demikian data Gambar 3.2 dapat dianggap mewakili data pengamatan.

Mempertimbangkan hasil pengukuran di 35 titik pengamatan yang memberikan hasil penyebaran yang tak terlalu signifikan, analisis selanjutnya adalah melakukan filtering data hingga pada jarak pengamatan maksimum 1.526,97 km yang dilakukan pada pengamatan di Kota Gorontalo, untuk mendapat persamaan regresi yang lebih presisi. Diperoleh 25 data pengamatan dari pengukuran di lapangan yang terlihat pada tabel berikut:

No	Kota	Lat	Lon	Object Level (cm)	Shadow Length (cm)	Jarak Titik 0 ke Titik Obyek (m)	Jarak Titik 0 ke Ujung Bayangan (m)	Tinggi Matahari (ES) - meter	Tinggi Matahari (ES) - kilometer
01	Pontianak	-0,14270	109,34870	2,00	0,00	0	0	5.929.962	5.930,0
02	Argamakmur	-3,43859	102,20030	281,00	34,00	874.832	874.832	7.230.230	7.230,2
03	Denpasar	-8,66344	115,24588	173,00	29,40	1.150.799	1.150.799	6.771.709	6.771,7
04	Balikpapan	-1,23138	116,84640	230,00	34,00	842.377	842.377	5.698.435	5.698,4
05	Bandung	-6,91874	107,65216	116,00	15,00	776.605	776.605	6.005.746	6.005,7
06	Bogor	-6,67263	106,84929	130,00	16,00	777.238	777.238	6.315.057	6.315,1
07	Gorontalo	0,55592	123,06326	100,02	27,00	1.526.947	1.526.947	5.656.491	5.656,5
08	Grobogan	-7,09079	111,09618	255,00	33,70	796.529	796.529	6.027.151	6.027,2
09	Kalimantan Selatan	-3,42999	114,80696	81,50	10,00	708.179	708.179	5.771.661	5.771,7
10	Magelang	-7,47363	110,32460	100,00	15,00	822.312	822.313	5.482.084	5.482,1
11	Sandakan, Sabah, Malaysia	5,83944	118,12107	107,95	22,86	1.179.294	1.179.294	5.568.889	5.568,9
12	Palembang	-3,01392	104,79435	126,00	15,20	598.451	598.451	4.960.848	4.960,8
13	Pekanbaru	0,52678	101,47827	156,40	21,50	878.302	878.302	6.389.140	6.389,1
14	Probolinggo	-7,71399	113,49303	151,60	21,50	959.078	959.078	6.762.615	6.762,6
15	Probolinggo	-7,71399	113,49302	253,00	36,80	959.078	959.078	6.593.662	6.593,7
16	Purbalingga	-7,29339	109,46566	118,00	14,02	795.226	795.226	6.693.058	6.693,1
17	Sukabumi	-6,91945	106,92633	101,50	11,00	800.010	800.010	7.381.908	7.381,9
18	Surabaya 1	-7,27883	112,75072	250,00	38,00	878.612	878.613	5.780.347	5.780,3
19	Surabaya 2	-7,31975	112,77824	143,00	24,50	884.027	884.027	5.159.833	5.159,8
20	Bima	-8,40850	118,69970	56,00	14,00	1.384.920	1.384.920	5.539.679	5.539,7
21	Jember	-8,16892	113,70159	244,00	41,00	1.014.479	1.014.479	6.037.390	6.037,4
22	Makasar	-5,07443	119,49530	150,00	43,00	1.253.092	1.253.093	4.371.253	4.371,3
23	Bekasi	-6,24209	107,00000	170,50	25,00	726.578	726.578	4.955.260	4.955,3
24	Tasikmalaya	-7,36199	108,11321	100,00	13,00	814.354	814.354	6.264.261	6.264,3
25	Semarang	-7,01451	110,43567	105,00	19,00	773.563	773.563	4.274.953	4.275,0
26	Medan	-3,58407	98,67833	150,00	28,50	1.245.903	1.245.903	6.557.384	6.557,4

Tabel 3.1 Perhitungan ketinggian matahari dengan model FE



Gambar 3.3 Analisa dinamika ketinggian untuk jarak pengamatan maksimum 1.526,97 km dari Pontianak

Dari perhitungan didapat nilai regresi liniernya ketinggian matahari = -0,0652 x Jarak dari Pontianak + 5.991,0 km. Koefisien determinasinya bernilai 0,0003. Kesimpulan dari pengamatan ini adalah bahwa Jarak pengamatan menjadi sangat tidak signifikan mempengaruhi hasil perhitungan ketinggian matahari. Uji Statistik kelinearan menggunakan bantuan aplikasi statistik, memberikan hasil bahwa **tidak ada pengaruh yang signifikan jarak pengamatan bayangan terhadap hasil perhitungan tinggi matahari**.

ANOVA[a]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	5339.504	1	5339.504	.008	.930[b]
	Residual	15419289.19	23	670403.878		
	Total	15424628.69	24			

a. Dependent Variable: Tinggi Matahari

b. Predictors: (Constant), Jarak Pengamatan

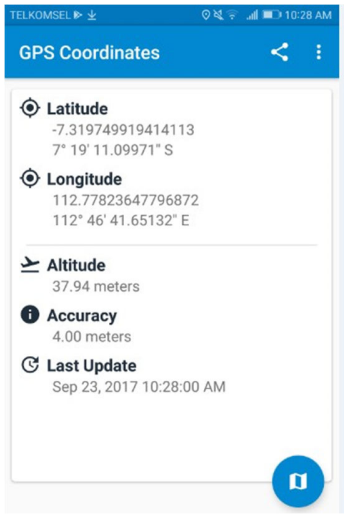
Gambar 3.4 Output uji signifikansi Jarak Pengamatan terhadap Tinggi Matahari

Pada 25 titik pengamatan atau derajat bebas ($\mathbf{v}$) 24 dan tingkat signifikansi ($\boldsymbol{\alpha}$) 0,005 diperoleh nilai *t* observasi sebesar 0,930 yang nilainya masih lebih kecil dari *t* teoritis sebesar 2,7969. Hasil ini memberikan arti bahwa jarak pengamatan sebagai variabel bebas tidak berpengaruh secara signifikan terhadap perhitungan tinggi matahari sebagai variabel terikat.

3.2 Perhitungan dengan Model GE

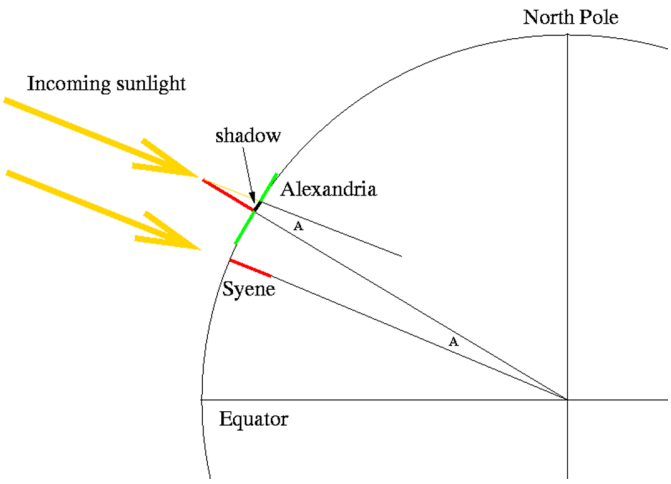
3.2.1 Formulasi Model GE

Dalam ekplorasinya Eratosthenes melakukan pengamatan sudut bayangan dengan asumsi mengetahui jarak kelengkungan antara Syene dan Aleksandria dan asumsi bahwa sinar matahari datangnya sejajar, dalam hal ini perumusan model GE yang utama adalah bahwa jarak lokasi pengukuran diwakili dengan sudut latitude dan longitude bumi yang terbaca oleh perangkat handphone pengamat, oleh karena itu lokasi pengamatan tidak diwakili dalam satuan kilometer tapi dalam satuan derajat. Nilai derajat pengamat dalam pengukuran ini digunakan dengan membaca aplikasi GPS Coordinates yang bisa diunduh dari link berikut ini https://play.google.com/store/apps/details?id=com.woozilli.gpscoordinates&hl=en). Data aplikasi GPS coordinates menjadi acuan pengambilan data lokasi, dan dalam pengukuran model GE yang digunakan adalah data dari lampiran 2.2. Tampilan GPS Coordinates adalah sebagai berikut:



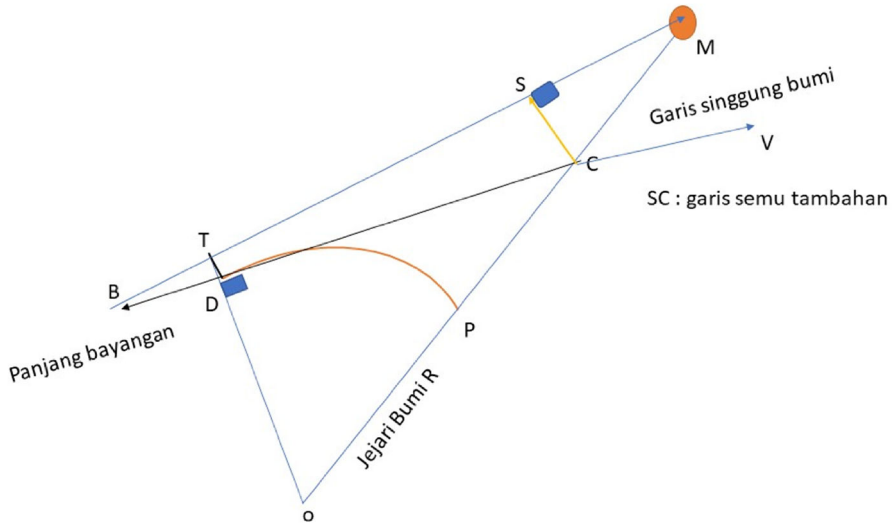
Gambar 3.5 Tampilan pembacaan koordinat lokasi pengamatan

Dalam model GE selain asumsi bahwa lokasi pengamatan berbentuk bola, mataharinya yang diasumsikan sangat jauh sekitar 149,6 juta km dan sangat besar. Dengan demikian asumsi ini menimbulkan konsekuensi bayangan yang sampai bumi adalah bayangan yang sejajar. Mengembangkan perumusan yang dilakukan Eratosthenes yang menganggap berkas sinar matahari datangnya tegak lurus. Pengamatan Eratosthenes sebagai berikut:



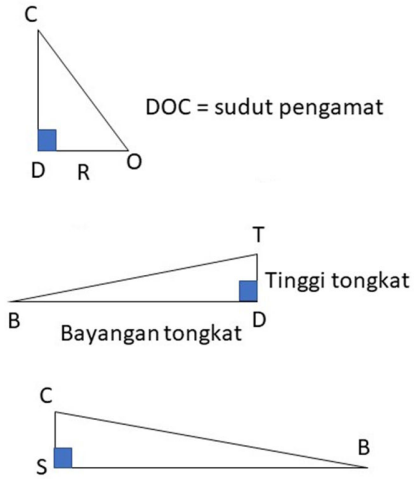
Gambar 3.6 Analisa bayangan oleh Eratosthenes
(http://www.eg.bucknell.edu/physics/astronomy/astr101/specials/eratosthenes.html)

Model Formula Eratosthenes untuk bentuk bumi bulat dikembangkan oleh komunitas FE dengan gambar 3.6 sebagai berikut. Hal ini untuk melakukan perhitungan sudut berkas sinar matahari yang tidak mungkin sejajar, karena jika sejajar maka posisi matahari jadi sangat jauh tidak berhingga. Kebutuhan untuk mendapatkan posisi matahari yang berhingga adalah sangat penting dalam pengamatan ini.



Gambar 3.7 Model Pendekatan bumi bulat

Untuk memudahkan analisa bentuk trigonometri ini akan dipotong menjadi beberapa segitiga siku-siku berikut ini:



Gambar 3.8 Segitiga siku-siku dari model bentuk bumi bola

Dari model ini diperoleh persamaan sebagai berikut

PM = Jarak Matahari
OP = Jejari bumi
DT = Tinggi tongkat
BD = Panjang bayangan
P : Titik lintang nol di Kota Pontianak
D : Lokasi pengamat
DOP: Jarak sudut antara lokasi pengukuran dengan Pontianak
DOC = DOP = Sudut pengamat

CD/R = tan(DOC =sudut pengamat)
CD = R*tan(sudut pengamat)
CB = Panjang bayangan+ CD
CB = Panjang bayangan+ R*tan(sudut pengamat)
CS = CB*sin(TBD=sudut bayangan)
CS = (Panjang bayangan+ R*tan(sudut pengamat))*sin(sudut bayangan)
OTM = 90 derajat+sudur bayangan
TMO = 180 derajat – (sudut pengamat + OTM)
= 180 derajat – (sudut pengamat + 90 derajat+sudur bayangan)
= 90 derajat – (sudut pengamat + sudut bayangan)
Sin(sudut pengamat) = CD/CO
CO = CD/Sin(sudut pengamat)
CO = R*tan(sudut pengamat) /Sin(sudut pengamat)
CM = CS/sin(TMO)

Maka:

Tinggi matahari globe = PM = CO+ CM -R
Tinggi matahari globe = R*tan(sudut pengamat) /Sin(sudut pengamat)
+ CS/sin(90 derajat – (sudut pengamat + sudut bayangan)) - R

Dengan:

CS = (Panjang bayangan + R*tan(sudut pengamat))*sin(sudut bayangan)

Dengan mencoba mencermati nilai sin (90 derajat – (sudut pengamat + sudut bayangan)) yang tidak boleh nol, Apabila nilai (90 derajat – (sudut pengamat + sudut bayangan)) bernilai nol akan mengakibatkan nilai tinggi matahari model globe menjadi tak berhingga, melihat kondisi tersebut dibuat simulasi pengamatan berikut, Sudut pengamat + sudut bayangan mendekati nilai 90 derajat. Sehingga perlu ditambahkan variabel delta, sehingga persamaan menjadi sebagai berikut:

Tinggi matahari globe = R*tan(sudut pengamat) /Sin(sudut pengamat)
+ CS/sin(90 derajat – (sudut pengamat + sudut bayangan+ delta)) - R

Dengan

CS = (Panjang bayangan+ R*tan(sudut pengamat))*sin(sudut bayangan+delta)

3.2.2 Simulasi Perhitungan dalam Model GE

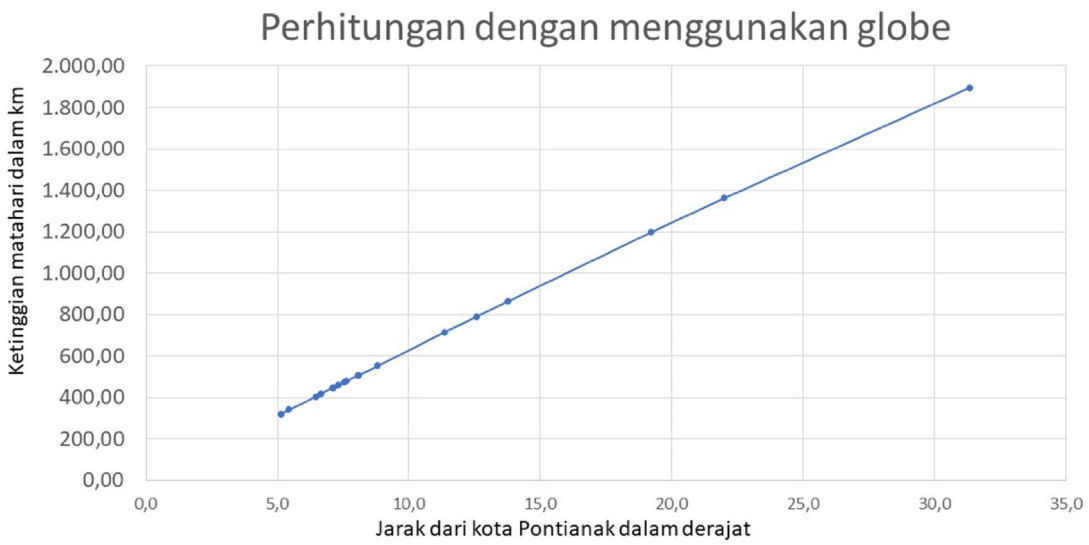
Dengan menggunakan persamaan:

Tinggi matahari globe = R*tan(sudut pengamat) /Sin(sudut pengamat)
+ CS/sin(90 derajat – (sudut pengamat + sudut bayangan+ delta)) - R

Dengan

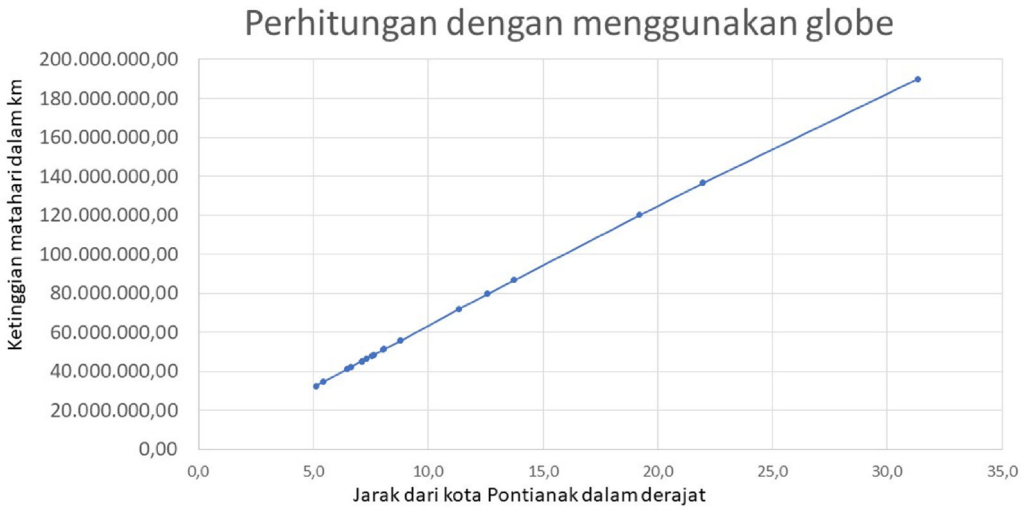
CS = (Panjang bayangan+ R*tan(sudut pengamat))*sin(sudut bayangan+delta)

Maka dibuat nilai delta bervariasi dari 0,1 derajat sampai 0,000001 derajat.
Untuk nilai delta 0,1 diperoleh kurva sebagai berikut:



Gambar 3.9 Delta 0,1 derajat, hitungan ketinggian matahari 200- 2.000 km

Gambar 3.10 Delta 0,001 derajat, hitungan ketinggian matahari 20.000- 200.000 km

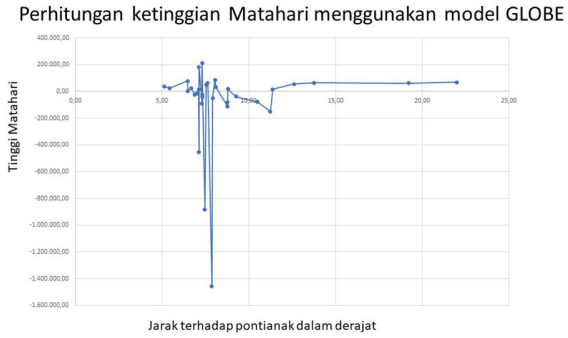


Gambar 3.11 Delta 0,000001 derajat, hitungan ketinggian matahari 20juta- 200juta km

Dengan menggunakan model globe diperoleh data simulasi matematik bahwa dengan nilai delta yang sama akan diperoleh ketinggian perhitungan yang berbeda untuk jarak sampai 30 derajat, dari yang dekat titik kulminasi sampai yang terjauh akan terjadi perubahan perhitungan ketinggian matahari yang sangat signifikan, sebagaimana yang ditampilkan di gambar 3.9 sampai gambar 3.11.

4.3 Perhitungan Ketinggian Matahari dengan Model GE

Dalam perhitungan dengan model GE akan berbeda dengan menggunakan model FE, karena di model GE ada syarat batas nilai yaitu sudut pengamat + sudut bayangan tidak boleh lebih dari 90 derajat, jika lebih maka nilai ketinggiannya akan negatif. Hal ini terjadi dengan beberapa data lapangan yang ternyata hasilnya adalah negatif, berikut data lapangan yang dimasukkan ke persamaan model globe:



Rerata ketinggian matahari 115.242 km

Gambar 3.12 Data lapangan yang dimasukkan ke model globe dari persamaan bayangan

Dari data ini terlihat bahwa delta yang ada sebagai selisih antara sudut pengamat + sudut bayangan dengan asumsi bayangan yang tegak urus sekitar 0,1 derajat, sehingga nilai ketinggian perhitungan jarak matahari - bumi dalam ratusan ribu km. Hal ini tentu akan menjadi perhatian terhadap hasil pengamatan panjang bayangan yang menurut konsep GE harusnya sudut pengamat + sudut bayangan mendekati 90 derajat dalam ukuran deltanya mendekati 0,00001 derajat, ternyata dilapangan selisih sudut pengamat + sudut bayangan terhadap sudut tegak lurus permukaan bumi masih sekitar 0,1 derajat. Data Lapangan yang didapat jika dimasukkan ke model GE akan menghasilkan beberapa bernilai ketinggian yang hasilnya negatif (dikarekanan nilai sudut bayangan + sudut pengamatan lebih dari 90 derajat) dan hasilnya rerata ketinggian matahari dengan model GE 115.242 km.

4. Kesimpulan dan Rekomendasi

Dalam laporan gerakan nasional menghitung ketinggian matahari ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Data yang didapat dari lapangan dianggap memenuhi syarat sebagai data valid dengan melakukan analisa korelasi hubungan sudut dengan jarak lokasi terhadap titik kulminasi yang korelasi linieritanya sangat kuat.
2. Data perhitungan ketinggian matahari dengan menggunakan persamaan FE di beberapa lokasi dalam perhitungan didapat nilai regresi liniernya adalah: ketinggian matahari = -0.039 x Jarak dari Pontianak + 5.965,2 km Sangat mendukung konsep bumi datar, lokasi pengukuran dimanapun hasilnya akan relatif sama
3. Analisa menggunakan model GE dengan mendetilkan perumusan yang digunakan Eratosthenes dengan menggunakan pendekatan simulasi delta sebagai pendekatan sudut 90 derajat (asumsi sejajar) mendapatkan bahwa untuk jarak yang berbeda terhadap lokasi titik kulminasi menghasilkan nilai hitungan ketinggian yang berbeda, makin jauh makin tinggi jarak ketinggian matahari yang terhitung. Hal ini menunjukkan kelemahan model GE.
4. Data Lapangan yang didapat jika dimasukkan ke model GE akan menghasilkan beberapa nilai ketinggian yang hasilnya negatif (dikarenakan nilai sudut bayangan + sudut pengamatan lebih dari 90 derajat) dan hasilnya rerata ketinggian matahari dengan model GE 115.242 km.
5. Sebagian kalangan GE menyatakan bahwa jarak matahari versi GE tidak dapat dihitung dengan menggunakan bayangan, karena sinar matahari bersifat paralel, matahari besarnya 109x bumi, sehingga di seluruh permukaan bumi sinarnya paralel. Pandangan ini tampak masuk akal, jika pengukuran bayangan dilakukan di matahari yang “besarnya 109x bumi, dan besarnya bumi tak sampai 1% sehingga bayangannya paralel dan tak dapat diukur”. Sementara, pengukuran bayangan dilakukan di bumi, dimana besarnya matahari adalah seperti yang kita lihat di bumi, sehingga “sinar matahari paralel” itu hanya mencakup areal matahari yang terlihat dari bumi.

(sinar matahari tidak paralel)

Ilustrasi foto di atas membuktikan bahwa mitos "sinar matahari paralel sehingga bayangannya tak bisa digunakan untuk mengukur jarak matahari" adalah tidak sesuai dengan fakta alam, sekaligus merupakan bukti keabsahan penghitungan jarak matahari dengan menggunakan bayangan yang dilakukan dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

1. Duane W. Roller, E r a t o s t h e n e s ' Geography, Princeton University Press, Princeton and Oxford.
   https://www.temehu.com/imazighen/berberdownloads/eratosthenes-geography.pdf
2. Ibrahim Reda, Solar Position Algorithm for Solar Radiation Applications , NREL/TP-560-34302
   https://www.nrel.gov/docs/fy08osti/34302.pdf
3. JOHN A. EDDY, THE SUN, THE EARTH,AND NEAR-EARTH SPACE, bookstore.gpo.gov.
   http://ilwsonline.org/publications/SES_Book_Interactive%20508.pdf
4. Kharroubi Amira, The Geocentric Model of the Earth: Physics and Astronomy Arguments, The International Journal Of Science & Technoledge (ISSN 2321 – 919X)

5. Matthias Günther, Chapter 2 Solar Radiation, Deutsches Zentrum fur Luft und Raumfahrt, http://www.energy-science.org/bibliotheque/cours/1361469594Chapter%2002%20radiation.pdf
6. Ronald A. Brown, A New Perspective on Eratosthenes' Measurement of the Earth, SUNY at Oswego, NY http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.408.704&rep=rep1&type=pdf

LAMPIRAN 1
Daftar Peserta Gerakan Nasional Menghitung jarak Matahari

Daftar perwakilan provinsi yang ikut bepartisipasi dalam GNS23 berserta Lokasi Pengamatan bayangan.

1. **Provinsi Nangro Aceh Darussalam**
   a. Lokasi : Nagan Raya
      Pengamat : Aqil Ulil Ulfa
   b. Lokasi : Banda Aceh
      Pengamat : Irfan Halim

2. **Provinsi Sumatera Utara**
   a. Lokasi : Lapangan Merdeka, Medan
      Pengamat : Frans Ahmad & Arif Kurniawan
   b. Lokasi : Lapangan depan SMPN 1 Lembah Sorik Marapi, Kel. Pasar Maga, Mandailing Natal
      Pengamat : Arjuni Fasya Rangkuti, Hasan Nasution

3. **Provinsi Sumatera Barat**
   a. Lokasi : Solok
      Pengamat : Agriyan Bintang Ramadhan

4. **Provinsi Riau**
   a. Lokasi : Taman Bukit Gelanggang, Dumai
      Pengamat : Hali Bardi, Sandi Ahmad, Yose Rismanda Putra, Hannur Hadi Putra
   b. Lokasi : Lapangan tenis LPMP Riau, Jalan Gajah no.21 Pekanbaru (Mendung)
      Pengamat : Wiwin Muttaqin, Yarrie, Allen Rasyidin, Riza Ariyanto, Suprapto, Baday Wolvowich, Arif Rahman Hakim.

5. **Provinsi Kepulauan Riau**
   a. Lokasi : Batam Center Park (Lapangan Futsal, Alun-alun Lokasi Batam)

Pengamat : Farduan Fauzi

6. **Provinsi Jambi**
   a. Lokasi : Belakang Polda Jambi

      Pengamat : Ujang Salahudin

7. **Provinsi Sumatera Selatan**
   a. Lokasi : Jl. Gub H.A. Bastari, Komp. Jakabaring Sport City, Jakabaring, Kota Palembang

      Pengamat : M. Riduan, M. Arief Rahman

8. **Provinsi Bangka Belitung**
   a. Lokasi : Pangkal Pinang

      Pengamat : Raymond Calvin Orlando

9. **Provinsi Bengkulu**
   a. Lokasi : Alun-Alun, Jl. Jendral Sudirman, Argamakmur

      Pengamat : M. Pahrul Rozi, Rifki Kuswandi, Munawir, Madan

10. **Provinsi Lampung**
    a. Lokasi : Bandar Lampung

       Pengamat : Rusdandiansyah

    b. Lokasi : Pugur Lampung

       Pengamat : Abadan Kurniawan, Ridho Pamungkas, Wahidatun Mutmainah

11. **Provinsi DKI Jakarta**
    a. Lokasi : Lebak Bulus, Cilandak, Jakarta Selatan

       Pengamat : Pupung Sadili & Pradana

12. **Provinsi Jawa Barat**
    a. Lokasi : Cafe "Ngopi Di Kebon", Cimenyan, Bandung

       Pengamat : Prayoga Prabuningrat (mochi), Dicky, Ade Kurniawan, Rudi Rosidi, Adam Troy Effendy

b. Lokasi : SMPN 3 Cibinong, Bogor

Pengamat : Nabil

c. Lokasi : Karadenan, Cibinong, Bogor

Pengamat : Ahmad Malikul Adil

d. Lokasi : Alun-alun Bekasi

Pengamat : Ardi Aryono & Kiki Purwanto

e. Lokasi : Kp. Babakan Tarogong, Desa Langensari, Tarogong Kaler, Garut

Pengamat : Rizky Waliyul Fahmi

f. Lokasi : Tasikmalaya

Pengamat : Dian Nurdiansyah

g. Lokasi : Lapangan SMKN 1 Depok, Kel. Cimpaeun Kec. Tapos

Pengamat : Muhamad Alfarizi & Haryo Aji Bandera

h. Lokasi : Lapangan Merdeka, Sukabumi

Pengamat : Adhitya Guntara, Kevin Lazzary, Agam febriansyah, fahmi Danureza

i. Lokasi : Lapangan SMK KB Pusdikpal, Jl. Ponco No. 24 Kel. Baros Cimahi (Mendung)

Pengamat : Dika Purwadiansyah, Ramdani, Rihad Ramdani, Arya Suryono, Nauval Reinaldy dan Aldi Fikri

13. Provinsi Banten :

a. Lokasi : Kaujong Serang, Banten

Pengamat : Ridski Bornin Medan & Muhammad Ridwan Aldiansyah

14. Provinsi Jawa Tengah

a. Lokasi : Sragen

Pengamat : Nanang Umam

b. Lokasi : Semarang

Pengamat : Muhammad Nurul Kautsar

c. Lokasi : Alun-alun Kudus

	Pengamat	:	Dwi Darmawan S, Teguh Wibowo
d.	Lokasi	:	Lapangan SMK PGRI Wirosari, Grobogan
	Pengamat	:	Fera Dyan Pramesthy, Pamin, Khoirul Anna Mahmuda, Sofyan Riyanto, Hengki Purniawan
e.	Lokasi	:	Prupuk, Margasari, Tegal
	Pengamat	:	Yoga Astria Rofi Prabowo
f.	Lokasi	:	Lapangan Balai Desa/ SD 3 Pasinggangan Banyumas
	Pengamat	:	Eko Sugianto
g.	Lokasi	:	Perum Graha Central City Blok C, Desa Soditan, Lasem
	Pengamat	:	Alfian Budi Santoso
h.	Lokasi	:	Purbalingga
	Pengamat	:	Sangad Abdul Salam, Galih Akbar Rumekso

15. Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta

a.	Lokasi	:	Jetisharjo, Kel. Cokrodiningratan, Yogyakarta (Mendung)
	Pengamat	:	Arief Sufi & Afrizal Rahman

16. Provinsi Jawa Timur

a.	Lokasi	:	Halaman Wilayah Zaid Bin Tsabit (K) PP. Nurul Jadid, Desa Karang Anyar, Kec. Paiton Probolinggo
	Pengamat	:	Rahmad Hidayatullah, M.Agiel Siraj, Ahmad Rifqi Rowi Sihabudin, Muhammad Ibnul Hasan, M.Ghifari Hakiki, Syamsul Arifin
b.	Lokasi	:	Alun-alun Probolinggo
	Pengamat	:	Mohamad Wahyudi, Agustin Wulandari, Fikri
c.	Lokasi	:	Alun-alun Jember
	Pengamat	:	Muhammad Roky Huzaeny, Wahidin Amir
d.	Lokasi	:	Madura
	Pengamat	:	Bob Sulaiman (Batal)
e.	Lokasi	:	Perumahan Pondok Nirwana Selatan, Kedung Baruk, Rungkut, Surabaya

Pengamat : Yossy Fadli

f. Lokasi : Halaman Masjid Baiturrahman, Jl. Juwingan I, Kertajaya, Gubeng, Surabaya

Pengamat : Agung Budhi Nugroho, Mukhamad Putra Mahesa, Denis Andhika PP, Juliana Christy Kakiay, Yayik Norika

g. Lokasi : Tulungagung

Pengamat : Budi Purwaningrat

17. Provinsi Bali

a. Lokasi : Jl. Pakis Aji, Gg. Buaji Agung, Kesiman, Denpasar Timur

Pengamat : Antonius Tri Suryanto

18. Provinsi Nusa Tenggara Barat

a. Lokasi : PLTMG Bima 50MW, Desa Bonto, Kec. Asa, Bima

Pengamat : Andik Susianto

b. Lokasi : Sumbawa Besar

Pengamat : Abdurrahman Taqiya

19. **Provinsi Nusa Tenggara Timur**

a. Lokasi : Kupang

Pengamat : Ricky Ndiy (Cuaca Mendung)

20. **Provinsi Kalimantan Barat**

a. Lokasi : Tugu Khatulistiwa

Pengamat : Darwin Putra, Radith, Ricky Wahyu Prasetyo

b. Lokasi : Area Masji Darul Ulum Universitas Kapuas, Sintang

Pengamat : Achmad Mukti

21. **Provinsi Kalimantan Tengah**

a. Lokasi : Kuala Pembuang

Pengamat : Ahmad Maulana

b. Lokasi : Jl. Diponegoro Kec. Pahandut, Palangkaraya (Mendung)

Pengamat : Nuryasin

22. **Provinsi Kalimantan Selatan**

a. Lokasi : Jl. Provinsi Desa Sungai Loban RT 03 Kec. Sungai Loban Kab. Tanah Bambu

Pengamat : Sri Helmawati

b. Lokasi : Jl. A. Yani Km. 21, Liang Anggang, Banjar Baru

Pengamat : Ahmad Taufik (Cuaca Mendung)

c. Lokasi : Jl. Karang Anyar 2, Guntung Payung, Landasan Ulin, Kota banjar Baru

Pengamat : Noname

23. **Provinsi Kalimantan Timur**

a. Lokasi : Kawasan Gunung Sentiling, Balikpapan Utara

Pengamat : Cristya R Devi NR, Juni Hariyanto, Novan Rasyid Ilyasa, Dalisa Balqis Labiqa

b. Lokasi : Muster Point THIESS

Jl, Mulawarman No. 1, Batakan Kecil Balikpapan

Pengamat : Imron Chamid

c. Lokasi : Stadion Sempaja / GOR Segiri Samarinda

Pengamat : Wahyu Mai Aji

24. Provinsi Kalimantan Utara

a. Lokasi : Tanjung Selor

Pengamat : Fikri Zulfaqar (Batal)

25. **Provinsi Sulawesi Utara**

a. Lokasi : Tondano

Pengamat : Joy Daniel Alexius Lefrand

b. Lokasi : Jl. WR. Monginsidi Kel. Malalayang 1, Manado

Pengamat : Allen Sumarauw

c. Lokasi : Lapangan Sam Ratulangi, Tondano (Hujan)

Pengamat : Oda Lefrand, Ferro Runtu

26. Provinsi Sulawesi Tengah

a. Lokasi : Pantai Talise, Penggaraman, Kampung Nelayan, Palu

Pengamat : Tomy Franstyano, Ahmad Syaifullah, Afardaa, Nino Ilario, Muhammad Dhaahir

b. Lokasi : Luwuk

Pengamat : Mulyanto B. Rosidi (Hujan)

27. **Provinsi Sulawesi Tenggara**

a. Lokasi : Kendari

Pengamat : Hendi Hidayat

28. **Provinsi Sulawesi Selatan**

a. Lokasi : Tugu Adipura, Anjungan Pantai Losari, Makasar

Pengamat : Fuadmantale

29. Provinsi Gorontalo

a. Lokasi : Helipad Pantai Bolihutuo, Kab. Boalemo, Gorontalo

Pengamat : Adhel Mustafa Simon

b. Lokasi : Lapangan Rektorat Universitas Negeri Gorontalo

Pengamat : Nazmi Rifa'at, Ja'far Shadiq, Hamdan Maksud, Yurike Tanaiyo

c. Lokasi : Jl. Sultan Botutihe No.8b, Lantai Ground, Heledula Selatan Kota Timur, Gorontalo

Pengamat : Ronald

30. Provinsi Maluku

a. Lokasi : Ujung Landasan Pacu, Pattimura Internasional Airport

Pengamat : Dwi Saputra

31. Provinsi Maluku Utara

a. Lokasi : Jailolo, Kab. Halmahera Barat

Pengamat : Anggara Ganesh

32. **Provinsi Papua Barat**

a. Lokasi : Jl. Basuki Rahmat, Remu Sel, Kota Sorong

Pengamat : Muhammad Julfikar, Widiatmoko dan Septian Adhi Pratama

33. Provinsi Papua

a. Lokasi : Karang Senang SP3, Timika

Pengamat : Harry

b. Lokasi : Lapangan PT PLN (Persero) Gardu Induk Sentani, Jl. Kampung Harapan No.2 Jayapura

Pengamat : Fajar Arief Permata, Nur Sholikin

34. Luar Indonesia

a. Lokasi : Sandakan Sabah, Malaysia

Pengamat : Mastura/ Aurora Purple

b. Lokasi : Kuantan, Pahang, Malaysia

Pengamat : Zaki Dutt

c. Lokasi : Kobe, Jepang

Pengamat : Capt. Rifani

d. Lokasi : Victoria, Australia

Pengamat : Noname

Lampiran 2
Koordinat Lokasi Pengamatan

No.	Kota	Lat	Long
1.	Victoria, Australia	-37,7359633333	144,9668100000
2.	Argamakmur	-3,4385870500	102,2003032100
3.	Denpasar	-8,6634433333	115,2458750000
4.	Balikpapan	-1,2313803100	116,8463978000
5.	Bandung	-6,9187441936	107,6521637560
6.	Banyumas	-7,4553383333	109,2891916667
7.	Bogor	-6,6726342000	106,8492853000
8.	Cimahi	-6,8869240066	107,5426645725
9.	Depok	-6,4408628000	106,8866154400
10.	Garut	-7,1878600000	107,8858633333
11.	Gorontalo	0,5559183333	123,0632550000
12.	Grobogan	-7,0907886823	111,0961801651
13.	Jogja	-7,7781475500	110,3696416800
14.	Kalimantan Selatan	-3,4299900000	114,8069600000
15.	Kuala Pembuang	-3,3696600000	112,5529100000
16.	Kuantan, Pahang, Malaysia	3,8921781600	103,3371880000
17.	Kudus	-6,8017000000	110,8310000000
18.	Lumajang	-8,1779377300	113,1828638600
19.	Magelang	-7,4736346900	110,3246003200
20.	Sandakan, Sabah, Malaysia	5,83944	118,1210660600
21.	Palangkaraya	-2,2147950000	113,9272700000

Bersambung ...

Sambungan …

No.	Kota	Lat	Long
22.	Palembang	-3,0139200000	104,7943466667
23.	Papua Jayapura	-2,5807016667	140,5683266667
24.	Pekanbaru	0,5267766667	101,4782716667
25.	Probolinggo	-7,7139890000	113,4930250000
26.	Probolinggo	-7,7139890300	113,4930247700
27.	Pugur Lampung	-5,0628890000	105,2773610000
28.	Purbalingga	-7,2933867500	109,4656559800
29.	Serang	-6,1222040000	106,1505779100
30.	Sintang	0,0000000000	0,0000000000
31.	Sorong	-0,8844700000	131,2865400000
32.	Sukabumi	-6,9194540600	106,9263287400
33.	Palu	0,8500000000	119,8666670000
34.	Surabaya 1	-7,2788300000	112,7507200000
35.	Surabaya 2	-7,3197499194	112,7782364780
36.	Bima	-8,4085000000	118,6997000000
37.	Jember	-8,1689216667	113,7015850000
38.	Makasar	-5,0744300000	119,4953000000
39.	Bekasi	-6,2420944100	106,9999967900
40.	Ambon	-3,6110539268	128,1955295659
41.	Tasikmalaya	-7,3619886200	108,1132105500
42.	Semarang	-7,0145140562	110,4356714235
43.	Medan	-3,5840669600	98,6783333300

Lampiran 3
Hasil Pengamatan Bayangan

No	Kota	Panjang Tongkat (cm)	Panjang Bayangan (cm)
1.	Victoria, Australia	30	38
2.	Argamakmur	281	34
3.	Denpasar	173	29,4
4.	Balikpapan	230	34
5.	Bandung	116	15
6.	Bogor	130	16
7.	Depok	232,5	21
8.	Garut	200	19,5
9.	Gorontalo	100,02	27
10.	Grobogan	255	33,7
11.	Kalimantan Selatan	81,5	10
12.	Kuantan, Pahang, Malaysia	100	7
13.	Kudus	150	11
14.	Magelang	100	15
15.	Sandakan, Sabah, Malaysia	107,95	22,86
16.	Palembang	126	15,2
17.	Papua Jayapura	202	131
18.	Pekanbaru	156,4	21,5
19.	Probolinggo	151,6	21,5
20.	Probolinggo	253	36,8

Bersambung ...

Sambungan …

No	Kota	Panjang Tongkat (cm)	Panjang Bayangan (cm)
21.	Pugur Lampung	82,7	28
22.	Purbalingga	118	14,02
23.	Serang	109	7
24.	Sorong	117	52
25.	Sukabumi	101,5	11
26.	Surabaya 1	250	38
27.	Surabaya 2	143	24,5
28.	Bima	56	14
29.	Jember	244	41
30.	Makasar	150	43
31.	Bekasi	170,5	25
32.	Ambon	62	24
33.	Tasikmalaya	100	13
34.	Semarang	105	19
35.	Medan	150	28,5