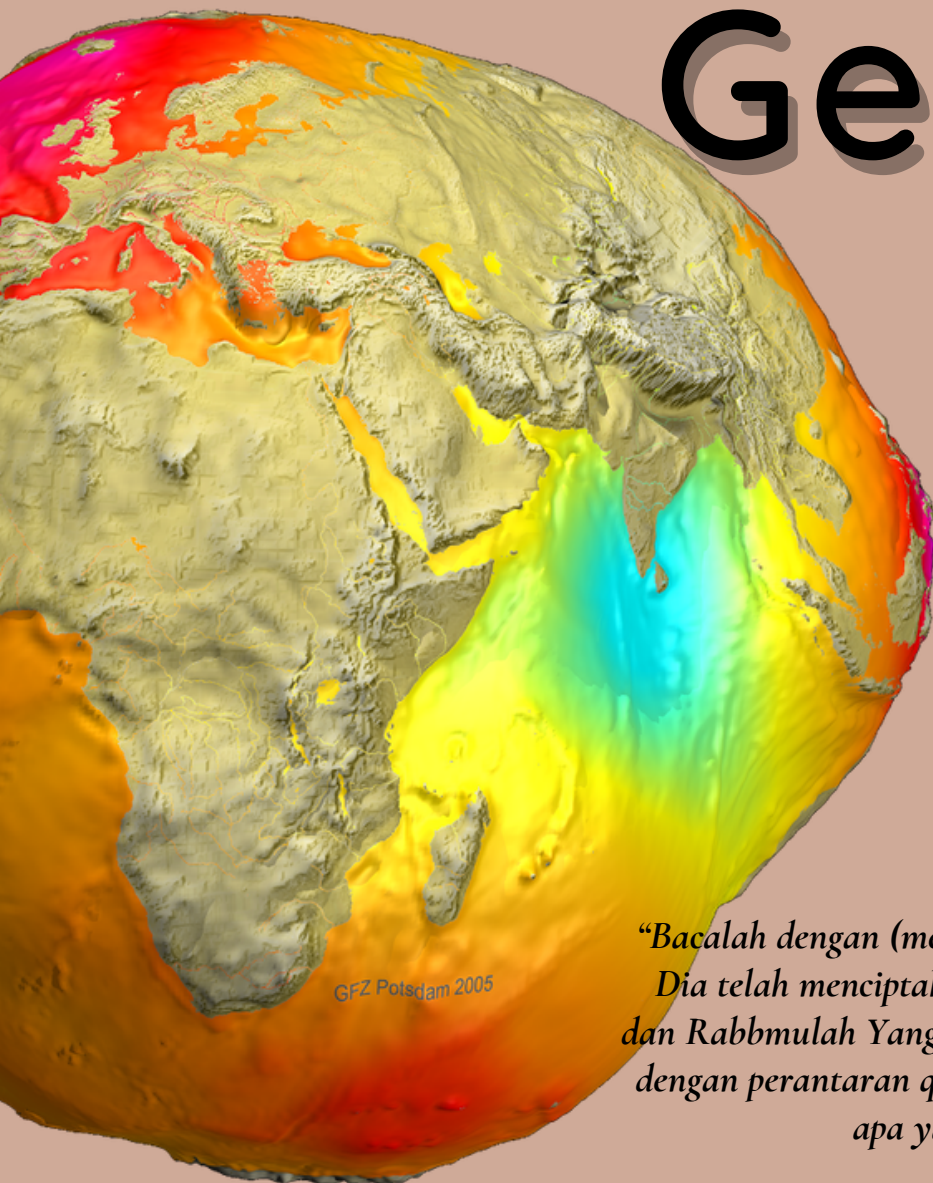


Jom Kenali Asas Geodesi



*“Bacalah dengan (menyebut) nama Rabbmu Yang menciptakan,
Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah. Bacalah,
dan Rabbmulah Yang Maha Pemurah. Yang mengajar (manusia)
dengan perantaran qalam (pena). Dia mengajar kepada manusia
apa yang tidak diketahuinya.” (QS. Al ‘Alaq: 1-5).*

JOM KENALI ASAS GEODESI

Penafian

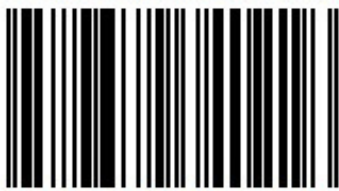
Tidak dibenarkan mengeluarkan ulang mana-mana bahagian penulisan ebook ini dalam apa jua bentuk dan dengan apa cara sekalipun sama ada secara elektronik, fotokopi, mekanik, rakaman atau apa jua cara kecuali dengan izin penulis.

Penulis juga tidak menjamin apa yang terkandung adalah sesuai untuk pembaca namun semua isi kandungan adalah melalui pengalaman serta kepakaran penulis sendiri.

Diterbitkan oleh:

Politeknik Tuanku Sultanah Bahiyah,
Kulim Hi-Tech Park, 09000 Kulim, Kedah.

e ISBN 978-967-2740-21-6



9 7 8 9 6 7 2 7 4 0 2 1 6

Jom Kenali Asas Geodesi



JOM KENALI ASAS GEODESI

PRAKATA

Khalilah Muhamad: Ebook ini adalah hasil karya dan pengalaman mengajar kursus Geodesi selama hampir 20 tahun mendorong saya menghasilkan penulisan Jom Kenali Asas Geodesi Siri 1 ini. Semoga hasil penulisan ini sedikit sebanyak dapat membantu para pelajar, rakan pensyarah yang terlibat dengan bidang geodesi mahupun individu perseorangan yang berminat dengan bidang ini. Tulisan ulung ini diharapkan menjadi satu perkongsian ilmu kepada pelbagai pihak dan mungkin juga menjadi inspirasi kepada para pelajar untuk memahami geodesi dengan lebih mudah dan baik. Akhir kata...belajarliah walau terpaksa menempuh kesusahan kerana ilmu adalah segala-galanya!

JOM KENALI ASAS GEODESI

PENGHARGAAN

Alhamdulillah.. Terima kasih ya Allah atas izinnya dapat menerbitkan ebook pertama yang dinanti selama ini. Setinggi penghargaan untuk Unit Pembelajaran Digital Politeknik Tuanku Sultanah Bahiyah dan BIPD kerana telah memberi peluang kepada penulis dalam menghasilkan ebook ini. Bimbingan yang telah diberikan telah memberikan inspirasi kepada penulis dalam menyiapkan ebook ini.

Sekalung kasih buat semua ahli keluarga atas sokongan yang tidak terhingga. Tidak lupa pada rakan-rakan yang menyokong memberikan semangat dan aura untuk menulis.

JOM KENALI ASAS GEODESI

Biodata Penulis



Khalilah Binti Muhamad merupakan seorang pensyarah di Jabatan Kejuruteraan Awam, Politeknik Tuaku Sultanah Bahiyah, Kulim, Kedah sejak tahun 2007. Sebelum itu, beliau telah berkhidmat di Politeknik Sultan Ahmad Shah, Kuantan. Ijazah pertama beliau adalah dalam bidang Kejuruteraan Geomatik dan disusuli ijazah sarjana dalam bidang yang sama dari Universiti Teknologi Malaysia. Beliau berpengalaman dalam mengajar kursus geodesi selama hampir 20 tahun.



Mustaqimah Binti Muhamad merupakan seorang pensyarah di unit Geomatik, Politeknik Tuanku Sultanah Bahiyah. Beliau mula berkhidmat pada tahun 2010. Beliau seorang pensyarah yang berpengalaman dalam bidang geomatik dan telah mengajar dalam pelbagai kursus seperti Geodesi, Kartografi, Computation Survey, Autocad, GIS dan Cadastral Surveying.



Sr Zuraini Binti Basarudin merupakan seorang pensyarah di Politeknik Tuanku Sultanah Bahiyah sejak tahun 2021, dimana sebelum ini beliau telah berkhidmat di Politeknik Merlimau Melaka dan Politeknik Kuching Sarawak. Berpengalaman selama 20 tahun dalam bidang pendidikan khususnya bidang geomatik. Beliau merupakan ahli Royal Institution of Surveyor Malaysia sejak 2012. Beliau juga merupakan ahli Institut Remote Sensing Malaysia.

JOM KENALI ASAS GEODESI

Isi Kandungan

Penafian	2
Prakata	3
Penghargaan	4
Biodata Penulis	5
Isi Kandungan	6
Definisi Geodesi	7-8
Geodesi Moden	8
Konsep Asas Geodesi	9
Cabang utama Geodesi	10
Cabang umum Geodesi	11
Sejarah Perkembangan Geodesi	12-13
Pengasas & Bapa Geodesi	14 -25
Aktiviti 1 & 2	26-27
Objektif Geodesi	28
Fungsi Geodesi	29-31
Aplikasi Geodesi	32-36
Aktiviti 3	37
Jawapan aktiviti	38-40
Rujukan	41

Definisi Geodesi

GEODESI ... Disiplin sains berkaitan penentuan bentuk dan saiz bumi.

Geodesi juga melibatkan aspek kajian dan pengukuran medan graviti bumi dalam ruang lingkup 3 Dimensi.

***Friedrich R.Helmert (1880):
Salah seorang pengasas ilmu Geodesi***



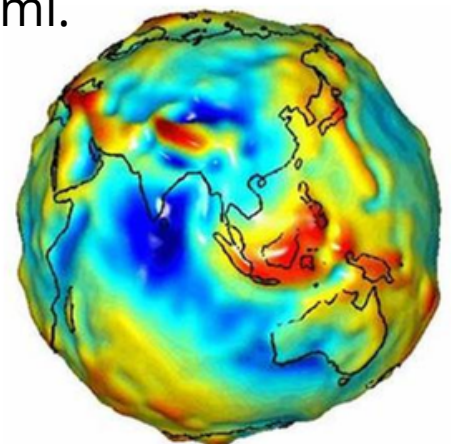
GEODESI MODEN?



Geodesi adalah kajian sains untuk mendapatkan pengukuran yang tepat bagi memahami bentuk geometri bumi serta orientasinya dalam ruang dan medan graviti.

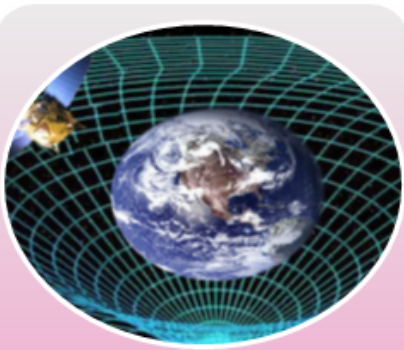
Geodesi abad ke21 adalah disiplin sains berkaitan pengukuran ruang angkasa serta dapat diadaptasikan dengan teknologi komputer terkini.

Geodesi juga meliputi pengukuran dan pemodelan fenomena geodinamik seperti pergerakan kutub, putaran bumi dan perubahan kerak bumi.





KONSEP ASAS GEODESI



Kajian saiz dan
bentuk bumi



Kajian
medan
graviti bumi



Menentukan
koordinat
di atas
permukaan bumi

Konsep Geodesi



CABANG UTAMA GEODESI

Geodesi Geometri:

- Membincangkan permasalahan geometri bumi
- Penetapan geometri bumi melalui pengukuran:
 - i) untuk menentukan saiz dan bentuk bumi
 - ii) untuk menentukan koordinat titik dipermukaan bumi
- Menentukan jarak dan azimuth antara titik-titik di permukaan bumi

Geometri Fizikal:

- Kajian memfokuskan perubahan medan graviti bumi dalam ruang 3 Dimensi
- Membincangkan arah dan kesan kuasa fizikal melibatkan tarikan graviti bumi



CABANG UMUM GEODESI

Geodesi Geometri:

Berhubung rapat dengan kajian bentuk, saiz, jarak dan azimuth bumi, datum rujukan serta sistem koordinat

Geodesi Fizikal/Gravimetri:

Ilmu sains yang mengkaji sifat geofizik dan geodinamik bumi, penentuan medan graviti bumi serta tarikan graviti matahari, bulan dan planet-planet lain

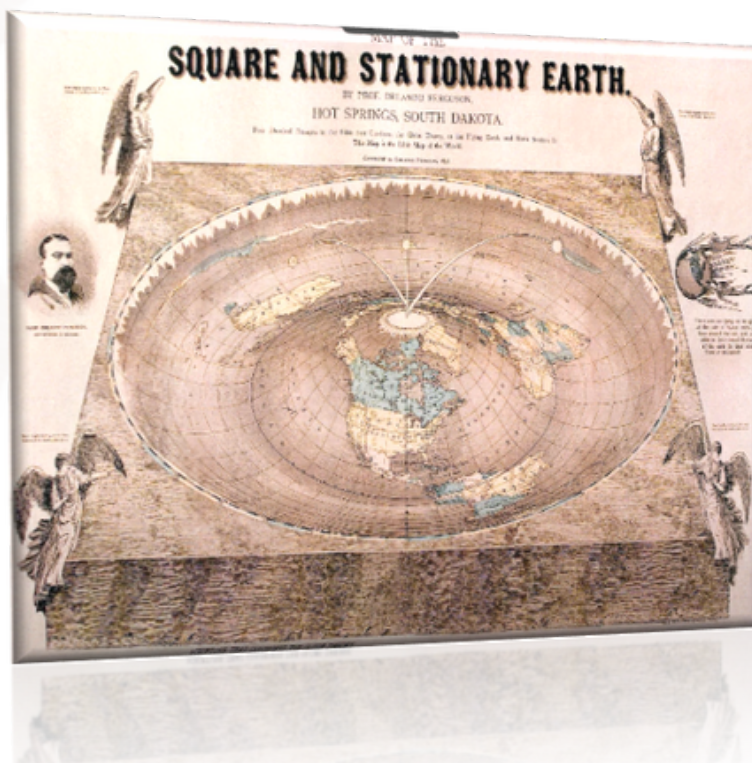


SEJARAH PERKEMBANGAN GEODESI

Sila rujuk pautan ini....

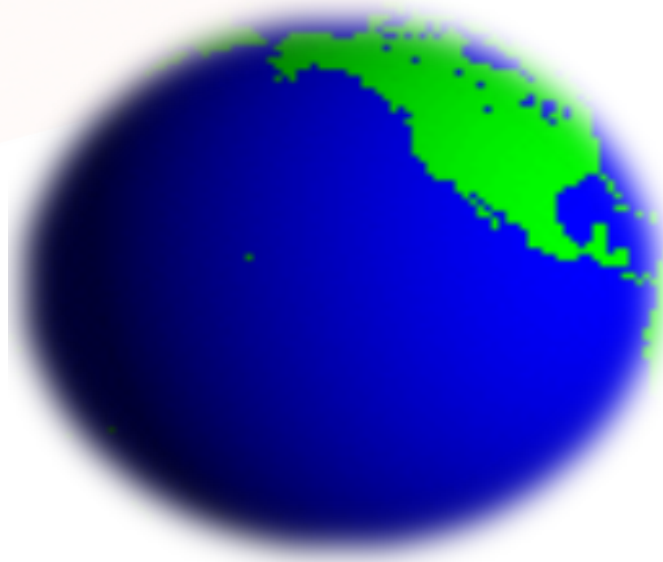
<https://www.youtube.com/watch?v=fdCC3DhowiE>

<https://www.youtube.com/watch?v=mQXVJNeltr4>



Bilakah geodesi bermula?

Ia bermula dengan idea bumi ini berbentuk SFERA!



Kira-kira 500 tahun sebelum masehi (S.M)

Pythagoras mendakwa...

“ Bumi ini berbentuk cakera bulat ”

PENGASAS & BAPA GEODESI



Pengasas Geodesi :
(Eratosthenes: 276-195sm)

“Orang pertama
yang telah membuat
pengukuran bagi
menentukan saiz bumi”

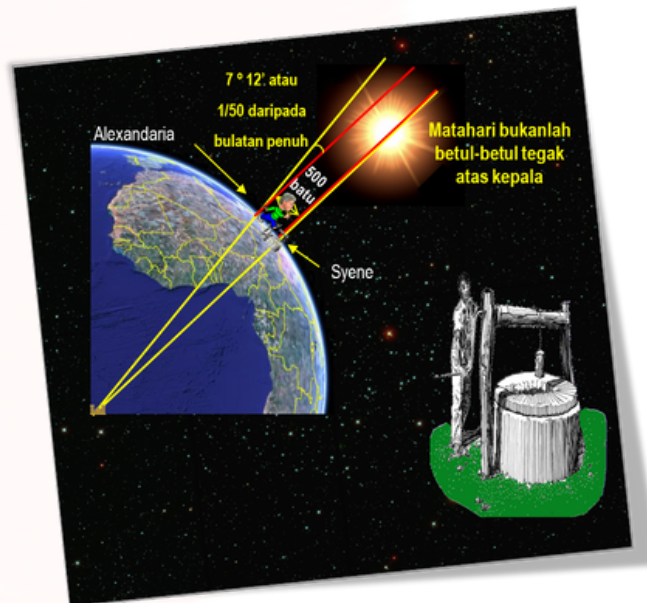
Beliau telah
mengendalikan
eksperimen bagi
membuktikan saiz
sebenar bumi.

EKSPERIMEN OLEH ERATOSTHENES

Eksperimen penting kendalian
Eratosthenes berkaitan
pengukuran bumi:



EKSPERIMEN OLEH ERATOSTHENES



- ❑ Eratosthenes telah membuat pemerhatian pada hari solstis musim panas iaitu ketika tepat tengahari.
- ❑ Matahari memancarkan cahayanya terus ke dalam satu perigi di Bandar Syene (Aswan, Mesir).
- ❑ Ini bermakna pada waktu tersebut matahari adalah tepat di atas perigi tersebut.
- ❑ Beliau juga telah memerhatikan bahawa pada waktu yang sama matahari didapati condong di Bandar Alexandria.
- ❑ Sudut kecondongan tersebut adalah $7^{\circ} 12'$ atau bersamaan $1/50$ daripada bulatan penuh.

Melalui pemerhatian tersebut,
Eratosthenes membuat andaian:

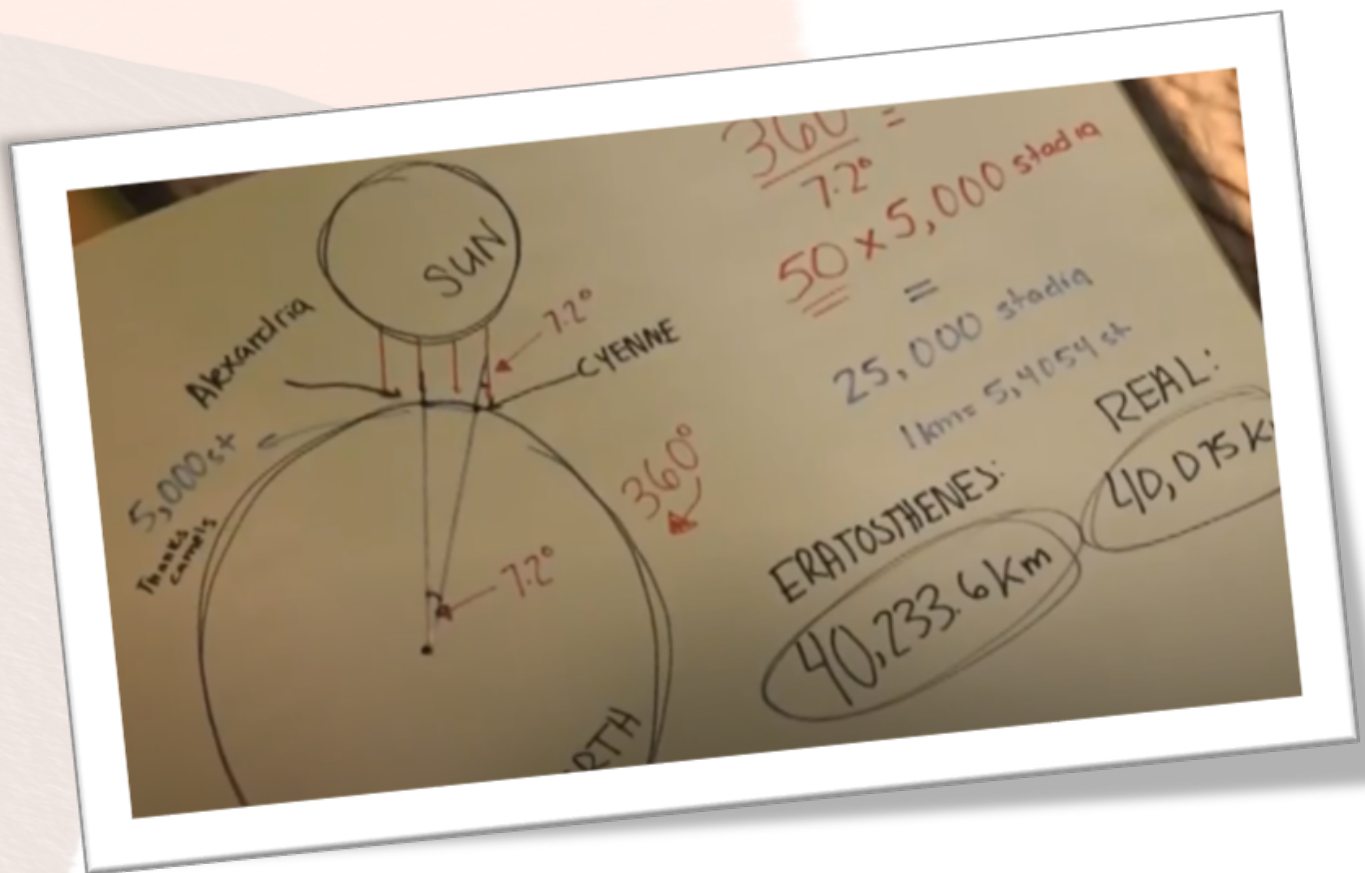
- i) Pada hari solstis musim panas, matahari akan tegak tepat di atas kepala pada waktu tengahari di kawasan garisan Zon Tropika musim panas atau garis Sartan (Tropic of Cancer). Syene dianggap terletak di atas garisan tersebut.
- ii) Jarak linear antara Alexandria dan Syene adalah 500 batu.
- iii) Alexandria dan Syene terletak di garisan longitud yang sama.

Hasil hitungan beliau adalah hampir dengan nilai masa kini dan dianggap tepat pada zamannya.

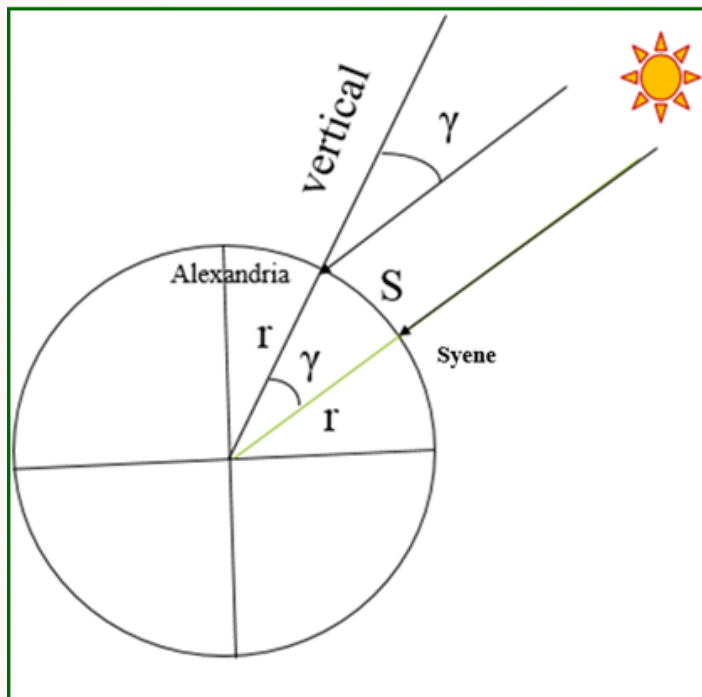
Walaupun bagaimanapun beberapa andaian dan cerapannya adalah tidak tepat kerana:

- i) Syene tidak terletak di atas garisan Sartan tetapi 37 batu ke utaranya
- ii) Jarak Alexandria dan Syene ialah 453 batu dan bukannya 500 batu.
- iii) Syene terletak pada $30^{\circ} 30'$ ke timur Alexandria
- iv) Perbezaan latitude antara Alexandria dan Syene ialah $7^{\circ} 15'$ dan bukannya $7^{\circ} 12'$ seperti dalam cerapan beliau.

CONTOH KIRAAN YANG DIKENDALIKAN OLEH ERATOSTHENES



PENGUKURAN LENGKUNG BUMI OLEH ERATOSTHENES



Daripada Rajah:

Jejari Sfera , r

Ukuran lilit, $C = 2\pi r$

S = Jarak daripada Alexandria ke Syene

$$S = r \cdot \gamma$$

Oleh itu, Jejari Bumi ialah:

$$r = \frac{S}{\gamma}$$

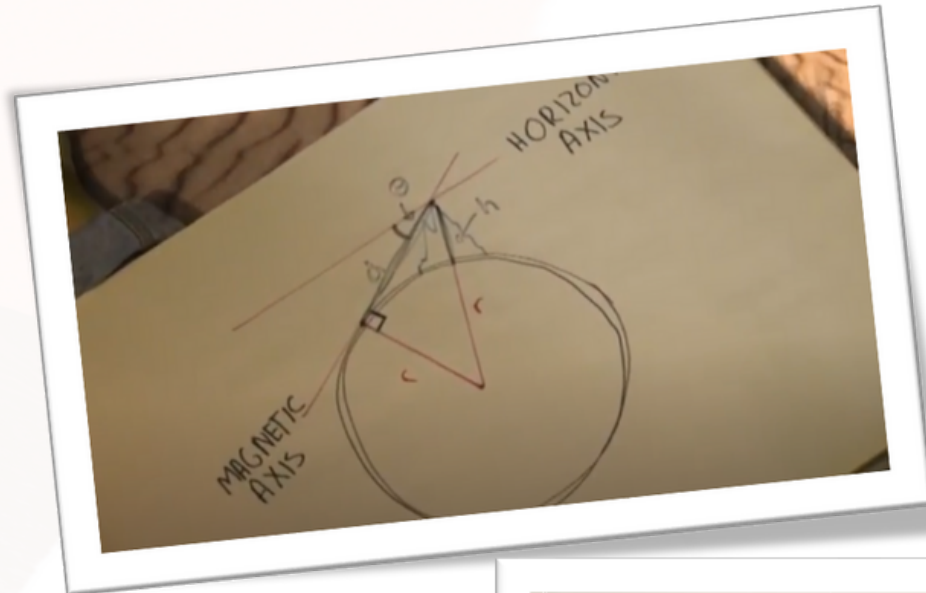
*Tetapi diandaikan Alexandria dan Syene berada pada **meridian yang sama***

GEODESI MENURUT DUNIA ISLAM



Abu al-Rayhan
al-Biruni
(973-1048)
Bapa Geodesi
dalam Dunia
Islam

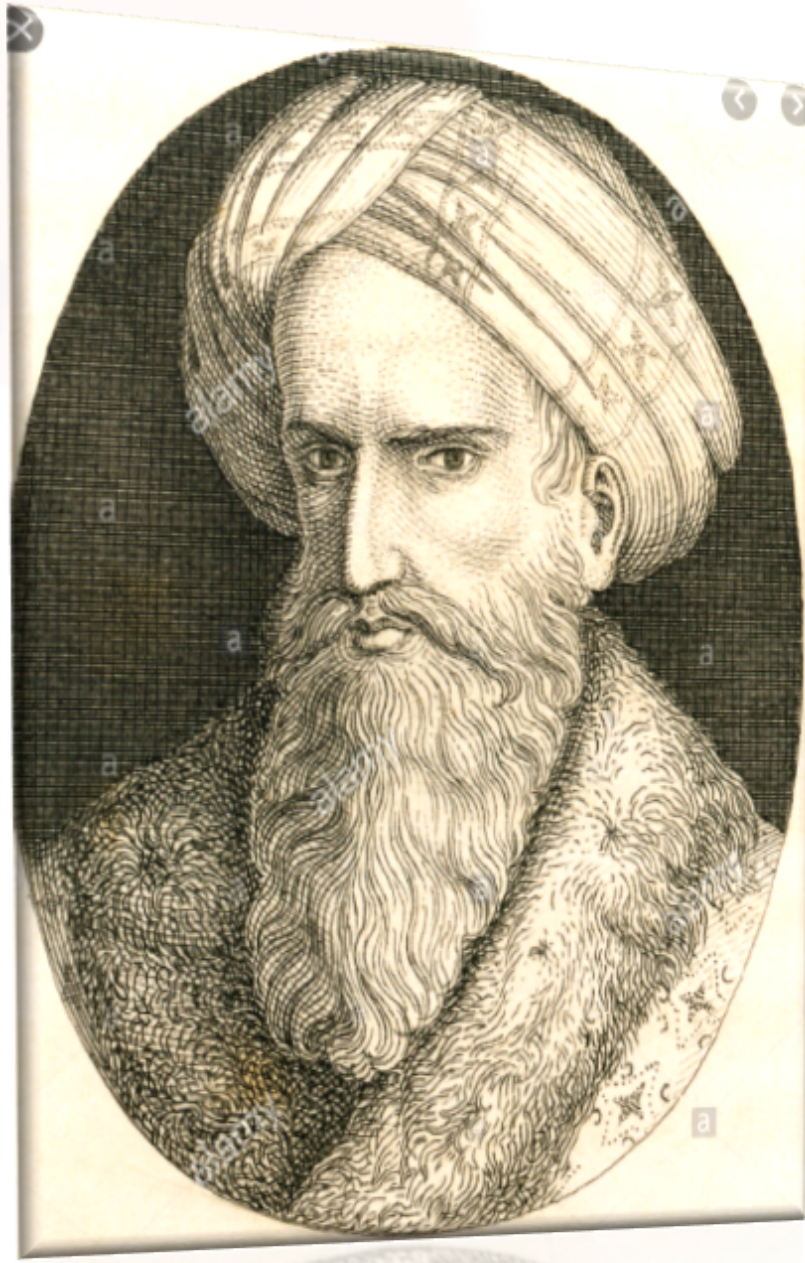
Contoh Kiraan Latitud Kath kendalian al-Biruni:



$$h = \frac{d \tan \theta_1 \tan \theta_2}{\tan \theta_2 - \tan \theta_1}$$

$$R = \frac{h \cos \theta}{1 - \cos \theta}$$

Abu al-Abbas Abdallah ibn Harun al-Rashid (Al-Ma'mun)



Sumbangan Al-Ma'mun dalam perkembangan Geodesi:

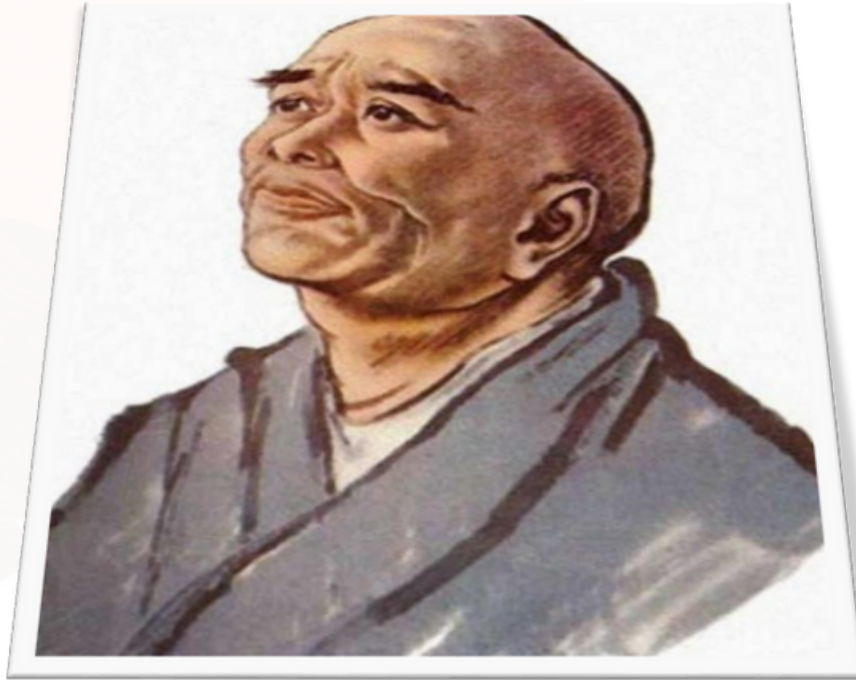
**Abu al-Abbas Abdallah ibn
Harun al-Rashid Al-Ma'mun**

Khalifah Islam yang mengarahkan ahli astronominya untuk mengukur garisan di sekitar Baghdad dan Al-Raqqah dalam usaha untuk mendapatkan nilai lilitan Bumi.

Nilai yang diperolehi adalah bersamaan dengan 39 989km.

Model Bumi yang dibangunkan beliau dijadikan rata pada bahagian kutub seterusnya dijadikan asas dalam prinsip fizik.

I-Hsing dalam perkembangan Geodesi:



I-Hsing
(dikenali sebagai I-Xing
pada abad ke -8 China).

Sumbangan I-Hsing dalam perkembangan Geodesi:



- Sami Buddha yang juga merupakan ahli matematik dan ahli astronomi.
- Membuat kedudukan cerapan ke atas lengkung Bumi pada 114° di meridian timur.
- Nilai lilitan Bumi yang diperolehi beliau ialah 128 300 li (unit China untuk pengukuran jarak) atau bersamaan 56 700km.

AKTIVITI 1:



Saiz sfera bumi ditentukan oleh jejaringnya.
Terangkan dengan jelas kaedah pengukuran dan pengiraan yang telah dijalankan oleh Eratosthenes dalam eksperimennya.



AKTIVITI 2:



Bincangkan sumbangan al-Ma'mun, al-Biruni dan I-Hsing dalam pembangunan Geodesi. Gunakan contoh yang sesuai dalam penerangan anda.

Objektif Bidang Geodesi:

Penentuan kedudukan atau koordinat stesen di atas dan di bawah permukaan Bumi.

Menyediakan rangkaian triangulasi geodetik mendatar sebagai rujukan/datum untuk kerja-kerja pengukuran yang lain

Kegunaan kerja-kerja astrogeodetik dan gravimetrik

Membuat pelarasan rangkaian geodetik mendatar, menegak dan gravimetrik

Membuat analisis pengukuran satah yang melibatkan kawasan kecil atau rata.

Fungsi Utama Geodesi:

- 1 Mengukur garis dasar yang panjang
- 2 Menentukan kedudukan global

Geodesi memerlukan:

- i) Alat pengukuran yang tepat
- ii) Teknik matematik yang kompleks untuk menyelesaikan permasalahan lengkung dan graviti bumi
- iii) Pengukuran graviti bumi

Fungsi Geodesi dalam bidang Geomatik:



Fungsi Geodesi dalam bidang Geomatik:

1

Ukur Satah :

Pengukuran melibatkan garisan jarak yang pendek kurang 1 km.

2

Ukur Geodetik :

- Pengukuran garisan dasar dengan jarak yang Panjang melebihi 1 km.
- Melibatkan Kawasan yang luas.

Nota:

Arah graviti bumi digunakan sebagai penentuan garisan pugak (paksi vertical)

Aplikasi geodesi dalam bidang Geomatik:

Pemetaan

menyediakan titik kawalan sebagai rujukan yang tepat untuk kerja pemetaan.

Kejuruteraan

kerja ukur tanah ukur topografi, ukur hidrografi, ukur persempadanan.

Titik kawalan/stesen cerapan

Stesen dibentuk secara jaringan kawalan geodesi dan digunakan sebagai datum untuk pelbagai jenis kerja ukur.

Aplikasi geodesi dalam bidang disiplin ilmu lain:

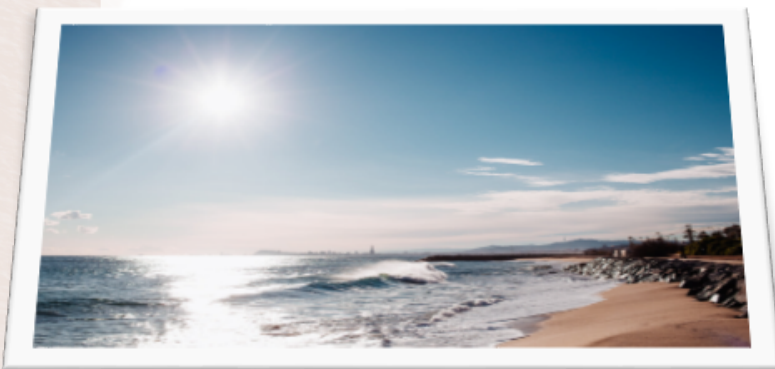
PEMETAAN:

rujukan semua data geospasial termasuklah data-data penderiaan jauh untuk tujuan pengurusan sumber.



GEOFIZIK DAN OSEANOGRAFI:

Mengukur dan mentafsirkan keadaan bumi serta pasang surut lautan yang mempengaruhi bentuk permukaan lautan itu sendiri serta medan graviti bumi.



Aplikasi geodesi dalam bidang disiplin ilmu lain:

GEOLOGI:

- Mengkaji medan graviti melalui kaedah pengukuran satelit
- Pengetahuan yang tepat tentang geoid diperlukan dalam satelit altimetri untuk membolehkan pengenalpastian alunan permukaan laut yang disebabkan oleh arus dan angin.



FIZIK:

Mengkaji pembiasan gelombang elektromagnet atmosfera bumi yang mempengaruhi pengukuran geodetik

Aplikasi geodesi dalam bidang disiplin ilmu lain:

KAJIAN PERGERAKAN KERAK BUMI:

Geodesi menyediakan kajian hubungan antara gempa bumi dan pergerakan plat tektonik .

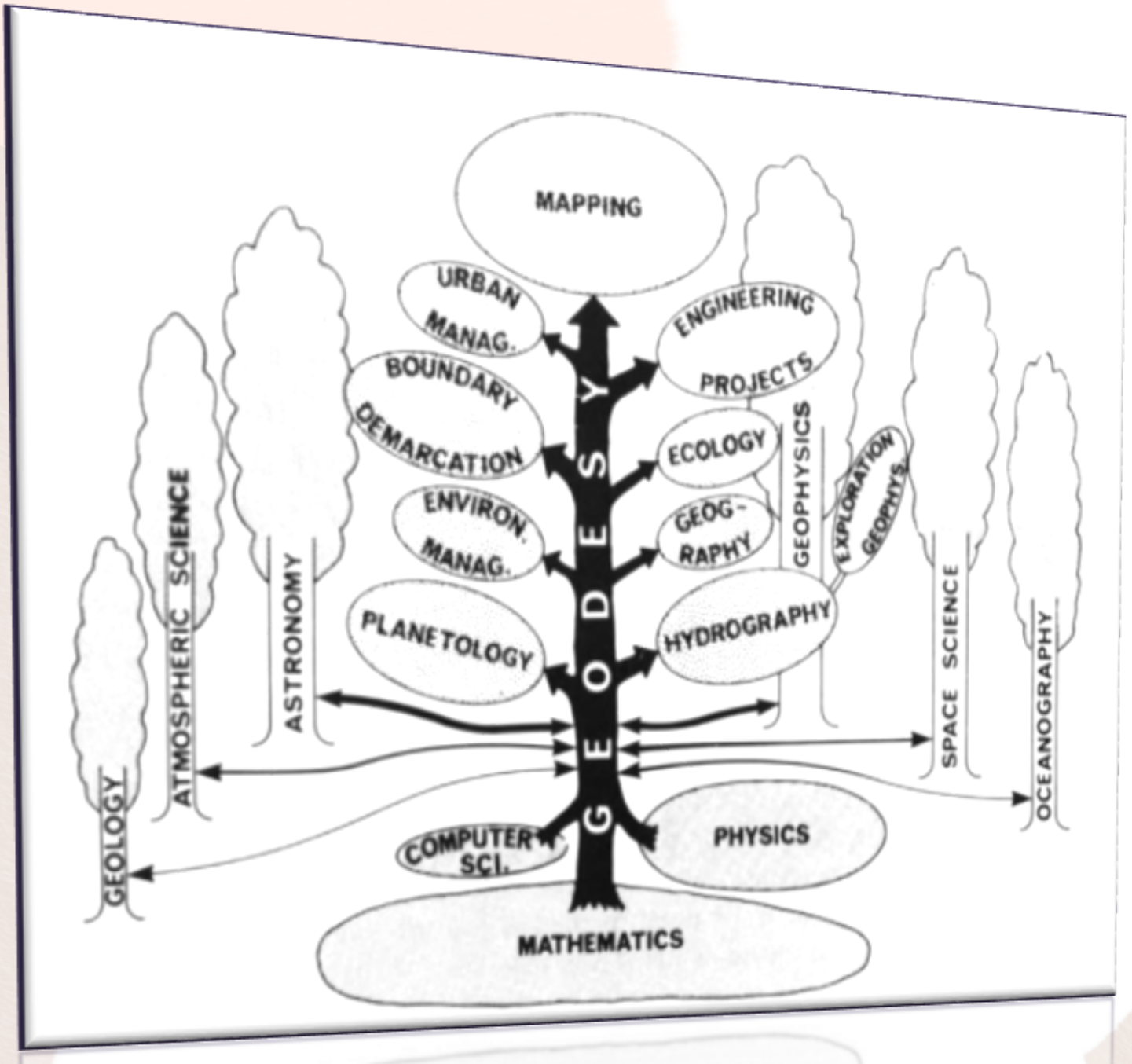
Teknik geodetik ruang angkasa menggunakan satelit yang terdiri daripada, radio interferometri dan GPS bagi menyediakan penentuan kadar pergerakan semasa plat kerak bumi secara terus.



ASTRONOMI:

Variasi yang berlaku pada kadar putaran bumi serta orientasi paksi putaran memberikan data penting untuk mengetahui interaksi antara kerak bumi, lautan dan atmosfera

Gambaran Hubungan Geodesi dengan disiplin ilmu lain:



Aktiviti 3:



Ringkaskan aplikasi geodesi bagi disiplin – disiplin ilmu berikut:

1. Geofizik dan oseanografi
2. Fizik
3. Geologi

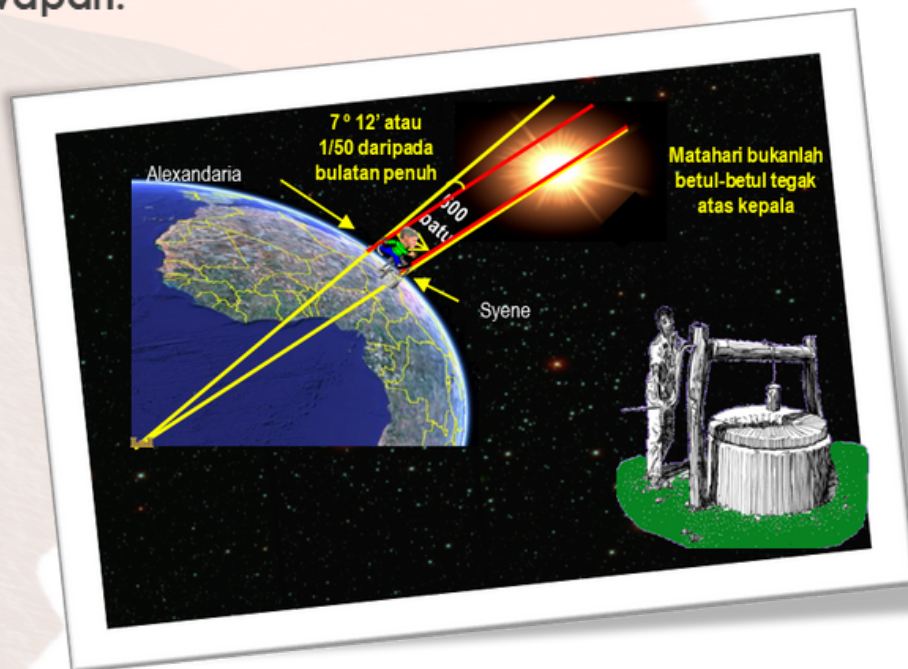


Jawapan Aktiviti

► AKTIVITI 1:

Saiz sfera bumi ditentukan oleh jejaringnya. Terangkan dengan jelas kaedah pengukuran dan pengiraan yang telah dijalankan oleh Eratosthenes dalam eksperimennya.

Jawapan:



Melalui pemerhatian tersebut, Eratosthenes membuat andaian:

Pada hari solstis musim panas, matahari akan tegak tepat di atas kepala pada waktu tengahari di kawasan garisan Zon Tropika musim panas atau garis Sartan (Tropic of Cancer). Syene dianggap terletak di atas garisan tersebut.

Jawapan Aktiviti

AKTIVITI 2:

Bincangkan sumbangan al-Ma'mun, al-Biruni dan I-Hsing dalam pembangunan Geodesi. Gunakan contoh yang sesuai dalam penerangan anda.

Jawapan:

al-Ma'mun

- Khalifah Islam yang mengarahkan ahli astronominya untuk mengukur garisan di sekitar Baghdad dan Al-Raqqah dalam usaha untuk mendapatkan nilai lilitan Bumi.
- Nilai yang diperolehi adalah bersamaan dengan 39 989km.
- Model Bumi yang dibangunkan beliau dijadikan rata pada bahagian kutub seterusnya dijadikan asas dalam prinsip fizik.

al-Biruni

- Kiraan Latitud Kath

I-Hsing

- Membuat cerapan ke atas lengkung Bumi pada kedudukan 114° di meridian timur.
- Nilai lilitan Bumi yang diperolehi beliau ialah 128 300 li [unit China untuk pengukuran jarak] atau bersamaan 56 700km.

Jawapan Aktiviti

AKTIVITI 3:

Ringkaskan aplikasi geodesi bagi disiplin – disiplin ilmu berikut:

- Geofizik dan oseanografi
- Fizik
- Geologi

Jawapan:

Geofizik dan oseanografi

- Mengukur dan mentafsirkan keadaan bumi serta pasang surut lautan yang mempengaruhi bentuk permukaan lautan itu sendiri serta medan graviti bumi.

Fizik

- Mengkaji pembiasan gelombang elektromagnet atmosfera bumi yang mempengaruhi pengukuran geodetik

Geologi

- Mengkaji medan graviti melalui kaedah pengukuran satelit
- Pengetahuan yang tepat tentang geoid diperlukan dalam satelit altimetri untuk membolehkan pengenalpastian alunan permukaan laut yang disebabkan oleh arus dan angin.

Rujukan

Abdullah, K. A., & Idris, A. W. [1994]. *Monograf Geodesi Geometri*. Universiti Teknologi Malaysia.

Torge, W. [1991]. *Geodesy*. Walter de Gruyter, New York.

POLITEKNIK
MALAYSIA
TUANKU SULTANAH BAHYAH

e ISBN 978-967-2740-21-6



9 7 8 9 6 7 2 7 4 0 2 1 6

Jom Kenali Asas Geodesi