

# Konsep Geodesi Data Spasial

Arif Basofi  
PENS 2013





# Pembahasan

- ❖ Geodesi
- ❖ Memahami bentuk permukaan bumi
- ❖ Model Geometrik Bentuk Bumi
- ❖ Datum



# Kebutuhan Data Spasial

- ❖ Kebutuhan akan data spasial sangat kompleks, mulai dari :
  - Pilihan format data : analog, vektor, raster
  - Cara mendapatkan data: beli, dibuat sendiri, diturunkan dari yg ada
  - Representasi sistem koordinat: global, lokal
  - Sistem proyeksi peta
  - Datum & ellipsoid, bagaimana jk datum berbeda, apa perlu transformasi, dsb.
- ❖ Sehingga perlu memahami *properties* dari data spasial melalui seputar konsep **geodesi**.



# Ilmu Geodesi & Bentuk Bumi

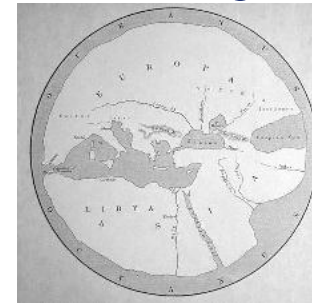
- ❖ Pembahasan mengenai bentuk bumi, ellipsoid, datum geodesi, sistem koordinat dan proyeksi tidak dapat dipisahkan dr **ilmu geodesi**.
- ❖ **Geodesi** : bidang ilmu yang mempelajari bentuk dan ukuran permukaan bumi, menentukan posisi (koordinat) titik-titik, panjang, dan arah garis permukaan bumi, termasuk mempelajari medan gravitasi bumi.
- ❖ **Ilmu geodesi**, mencakup:
  1. **Geodesi geometris**: membahas **bentuk & ukuran bumi**
  2. **Geodesi fisik**: membahas masalah **medan gaya berat bumi** (nantinya jg menentukan bentuk bumi)
- ❖ Terminologi **datum**, **proyeksi**, dan **sistem koordinat** yg dikembangkan, digunakan utk mendeskripsikan **bentuk permukaan bumi** beserta **posisi** dan **lokasi geografis** unsur<sup>2</sup> permukaan bumi yg menarik perhatian bagi manusia, utk keperluan survei, pemetaan & navigasi.



# Model-Model Geometrik Bentuk Bumi

❖ “Gambaran” atau geometrik bumi telah berevolusi dari abad-ke-abad hingga menjadi lebih baik (mendekati bentuk fisik sebenarnya), mulai dari model bumi sbg bidang datar spt cakram hingga elips putar (elipsoid), seperti berikut:

1. Tiram / oyster atau cakram yg terapung di permukaan laut (konsep bumi dan alam semesta menurut bangsa Babilon  $\pm$  2500 tahun SM).
2. Lempeng datar (Hecateus, bangsa Yunani kuno pd  $\pm$  500 SM).



*The world is an island, a flat disk, with Greece as its center, surrounded by the world ocean. The map of Hecataeus - 6th Century BC.*

3. Kotak persegi panjang (anggapan para Geograf Yunani kuno pd  $\pm$  500 SM – awal  $\pm$  400 SM)
4. Piringan lingkaran atau cakram (bangsa Romawi)
5. Bola (bangsa Yunani kuno: Pythagoras ( $\pm$  495 SM), Aristoteles membuktikan bentuk bola bumi dgn 6 argumennya ( $\pm$  340 SM), Archimedes ( $\pm$  250 SM), Erasthenees ( $\pm$  250 SM))



# Model-Model Geometrik Bentuk Bumi...

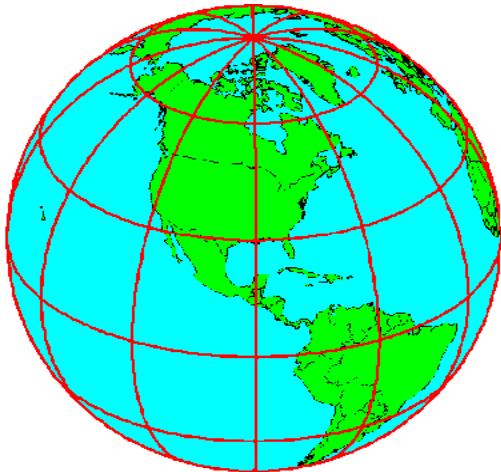
6. Buah jeruk asam / lemon (J. Cassini (1683 – 1718))
7. Buah jeruk manis / orange (ahli fisika: Huygens (1629 – 1695) dan Isaac Newton (1643 – 1727))
8. **Ellips Putar** (french academy of sciences (didirikan pd 1666))

- ❖ Hasil pengamatan terakhir ini yg membuktikan bahwa model geometrik yg paling tepat utk merepresentasikan bentuk bumi adalah **elipsoid** (**elips putar**).
- ❖ Hasil ini banyak terbukti sejak abad 19 hingga 20 (by Everest, Bessel, Clarke, Hayford, hingga U.S Army Map Service).
- ❖ Model bumi **elipsoid** ini sangat diperlukan untuk **perhitungan jarak** dan **arah** (sudut jurusan) yg akurat dgn jangkauan yg sangat jauh, contohnya receiver GPS.
- ❖ Bentuk bumi elipsoid ini bukanlah bentuk bentuk bumi yg teratur, tapi bentuk dan ukuran dilihat dari permukaan air laut rata-rata (**Geoid**).

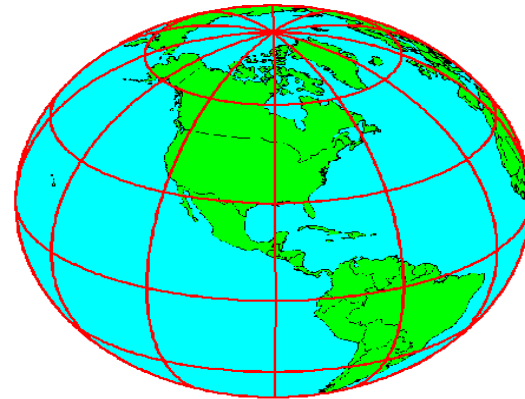


# Bentuk Permukaan Bumi

Kita menganggap bentuk bumi itu bulat (sphere)



Sebenarnya bentuk bumi adalah **spheroid (ellipsoid)**, radius pada equator sedikit lebih besar dari kutub-kutub





# Ellipsoid Referensi

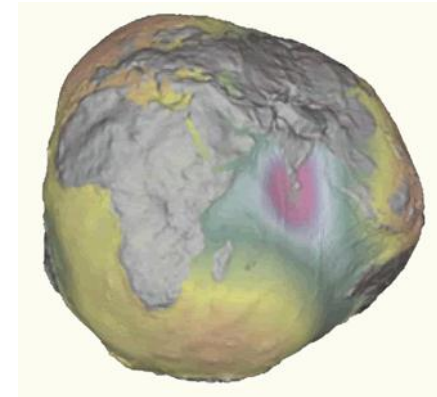
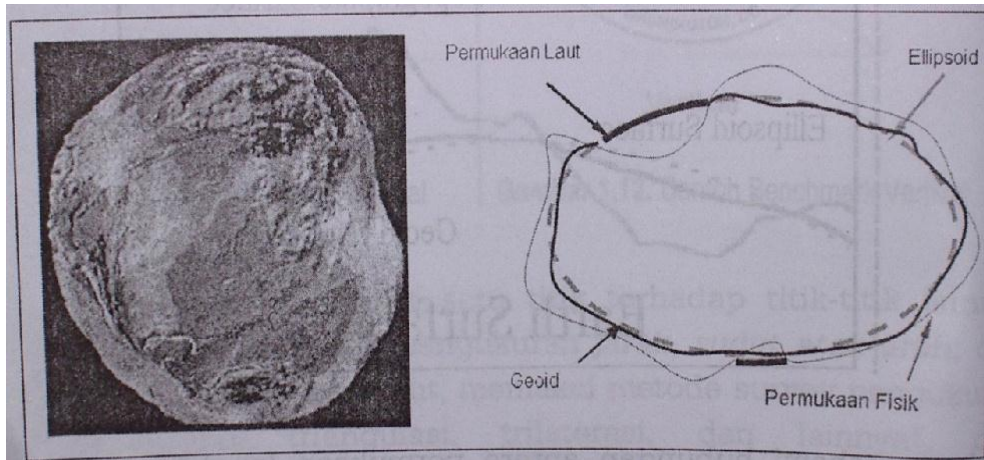
- ❖ **Geodesi geometris:** utk menentukan **koordinat titik<sup>2</sup>**, **jarak** dan **arah** di permukaan bumi.
- ❖ Sehingga diperlukan adanya suatu **bidang** sbg **referensi hitungan**.
- ❖ Karena permukaan bumi yg **tidak rata/teratur**, maka **tidak dapat** dijadikan sbg **bidang (referensi) hitungan geodesi**.
- ❖ Agar bisa untuk kebutuhan hitungan, maka permukaan fisik bumi **diganti** dgn **permukaan yg teratur**, dgn **bentuk dan ukuran yg mendekati bumi**, dlm hal ini dipilih bidang permukaan yg mendekati bentuk dan ukuran **geoid**, krn memiliki bentuk yg **sangat mendekati geometri ellips-putar** dgn sumbu pendek sbg sumbu putar yg berimpit dgn sumbu putar bumi.
- ❖ (**Geoid** : bentuk dan ukuran permukaan bumi yg diambil dari permukaan air laut rata-rata dlm keadaan tenang.





# Ellipsoid Referensi...

- ❖ Karena bentuk geoid **tak teratur** disebabkan perbedaan densitas massa dlm bumi.
- ❖ Maka, digunakan **geometri ellipsoid** (pengganti **geoid**) sbg **bidang referensi hitungan** terkait disiplin ilmu geodesi.
- ❖ Yang pd akhirnya disebut **ellipsoid referensi** (permukaan referensi

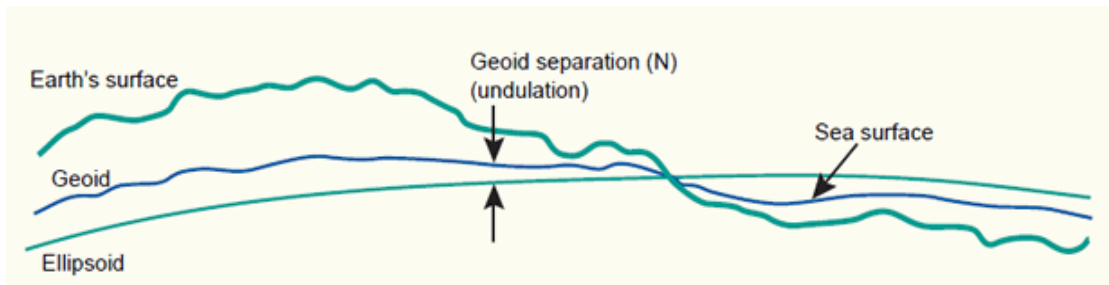


The surface of the sea

The surface of The Earth

The Geoid

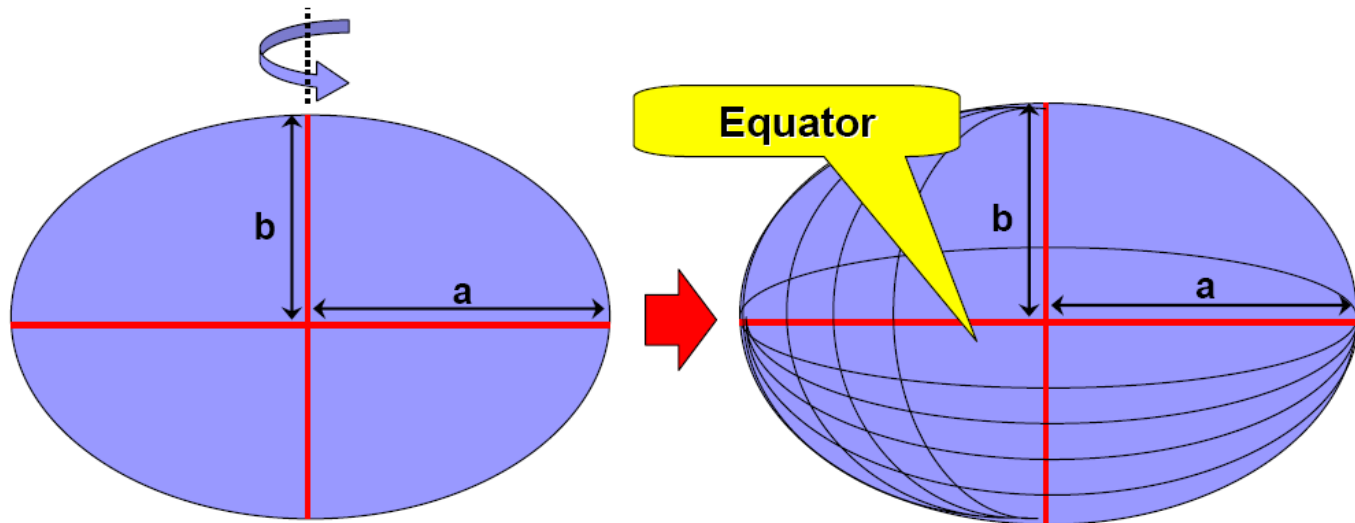
Locally fitted Ellipsoid





# Ellipsoid Referensi...

- ❖ Geometri **ellipsoid referensi** biasanya didefinisikan oleh :
  - **a**: jari-jari ekuator
  - **f**: penggepengan ( $f = \text{flattening}$ ) ellips putarnya
- ❖ Sedang parameter lain, spt. Sumbu pendek (**b**) dan eksentrisitas (**e**) dpt dihitung (diturunkan) dgn ke dua nilai parameter pertama diatas.



flattening (penggepengan):  $f = \frac{(a - b)}{a}$

first eccentricity squared:  $e^2 = 2f - f^2$   
(eksentrisitas)



# Ellipsoid Referensi...

- ❖ Karena kondisi fisik permukaan bumi (bentuk geoid) beserta faktor lain pd suatu lokasi/negara **tidak sama**, maka tidak semua negara menggunakan **ellipsoid (referensi)** yg sama.
- ❖ Shg banyak dijumpai bbrp **ellipsoid referensi** di dunia.
- ❖ Untuk menentukan suatu **ellipsoid referensi**, berdasarkan **kesesuaian (sedekat mungkin)** dgn bentuk **permukaan geoidnya**.
- ❖ Terdapat beberapa kategori ellipsoid berdasar **coverage areanya** meliputi:
  - Ellipsoid Lokal
  - Ellipsoid Regional
  - Ellipsoid Global



## Ellipsoid Referensi...

- ❖ **Ellipsoid Lokal** : Jika ellipsoid referensi yg digunakan dipilih berdasarkan kesesuaian (sedekat mungkin) dgn bentuk **geoid lokalnya** (relatif tidak luas).
- ❖ **Ellipsoid regional**: Jika ellipsoid referensi yg digunakan dipilih sesuai dgn bentuk **geoid** untuk **daerah** yg relatif **luas (tingkat regional)**.
- ❖ **Ellipsoid global**: Jika ellipsoid referensi yg digunakan dipilih sesuai/mendekati dgn bentuk **geoid** untuk **keseluruhan permukaan bumi**.



# Ellipsoid Referensi...

## ❖ Indonesia:

- Tahun 1860: menggunakan ellipsoid Bessel 1841
- Tahun 1971: menggunakan ellipsoid GRS-67 (disebut Spheroid Nasional Indonesia (SNI))
- Tahun 1996: menggunakan Ellipsoid referensi (global) GRS'80 (yg dig. oleh datum WGS84 dan sangat terkait dgn app. GPS satelit). Dan memberi nama dgn DGN-95.

## ❖ Beberapa contoh ellipsoid standar lainnya:

<b>Ellipsoid</b>	<b>Major-Axis (a) meter</b>	<b>Minor-Axis (b) meter</b>	<b>Flattening Ratio (f)</b>
Clarke (1866)	6.378.206	6.356.584	1/294,98
GRS80	6.378.137	6,356,752	1/298,57
Dan lain-lain			



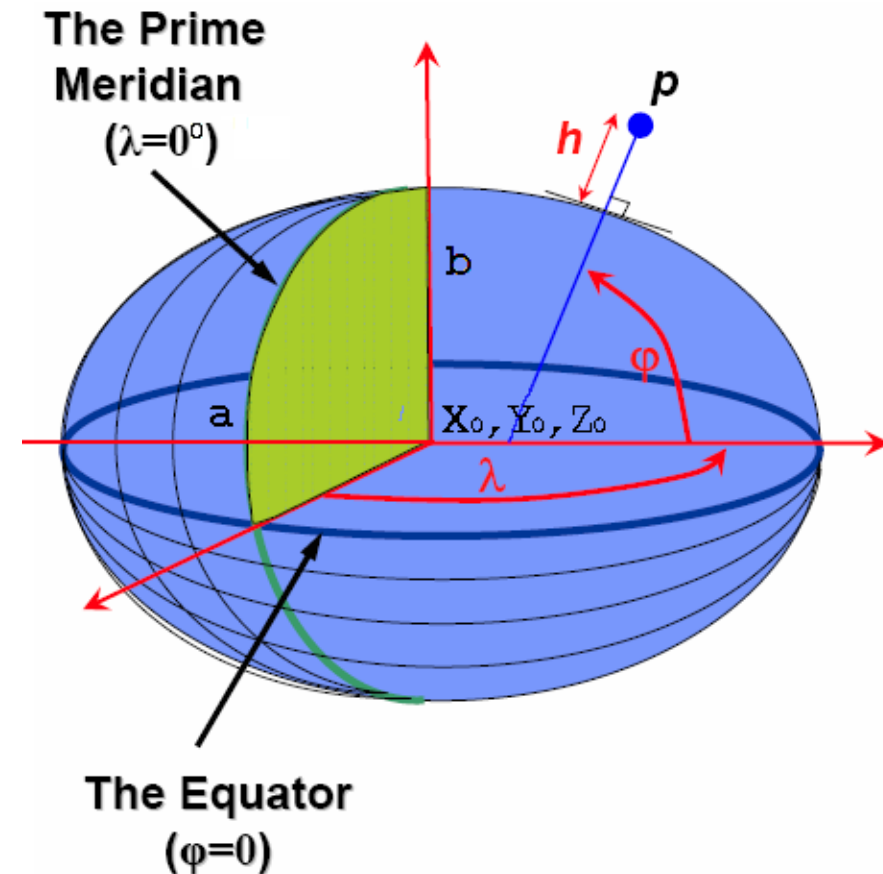
# Datum Geodesi

- ❖ **Datum**: digunakan untuk mendefinisikan **sistem koordinat**.
- ❖ **Datum** didefinisikan dgn **ellipsoid** dan **sumbu dari perputaran**.
- ❖ **Datum** (bentuk jamak dari terminologi “data”) : merupakan **besaran<sup>2</sup>** atau **konstanta<sup>2</sup>** sbg referensi / dasar (basis) yg digunakan untuk menentukan hitungan besaran<sup>2</sup> yg lain.
- ❖ **Datum geodesi** : sekumpulan konstanta yg digunakan untuk **mendefinisikan sistem koordinat** yg digunakan untuk kontrol geodesi (misal. untuk penentuan hitungan kordinat<sup>2</sup> titik dipermukaan bumi).
- ❖ Paling sedikit diperlukan **8 konstanta (besaran)**.
- ❖ Datum tiap wilayah/negara **berbeda**.
- ❖ Itulah sebabnya negara<sup>2</sup> didunia mengembangkan kondisi ellipsoidnya sendiri scr lokal.



# Datum Geodesi...

- ❖ Untuk mendeskripsikan datum geodesi secara lengkap, minimal diperlukan **8 besaran**:
  1. 3 Konstanta ( $X_0, Y_0, Z_0$ ) : untuk mendefinisikan titik awal (origin) sistem koordinat.
  2. 3 besaran : untuk menentukan arah sistem koordinat (ke sumbu X, Y, Z).
  3. 2 Besaran lain (setengah sumbu panjang (a) dan pengepengan (f)) : untuk mendefinisikan dimensi ellipsoid yg digunakan.





# Datum Geodesi...

❖ Datum dapat ditentukan dgn 3 cara:

1. **Datum Lokal**
2. **Datum Regional**
3. **Datum Global**

❖ Pd prinsipnya, ellipsoid dikatakan baik jika selisih jarak antara **ellipsoid** dgn **geoid** relatif kecil ( $\pm 30$  m dan tdk lebih dari 100 m).





# Datum Geodesi...

## 1. Datum Lokal:

**Datum Lokal** : datum geodesi yg menggunakan ellipsoid referensi yg dipilih sedekat mungkin (paling sesuai) dgn bentuk **geoid lokal (relatif tidak luas)** yg di petakan.

Datum lokal seperti:

- Datum Genoek:
- Datum SNI (Speroid Nasional Indonesia)
- Datum DGN-95 (Datum Geodesi Nasional 1995)
- Datum Bukit Rimpah (utk: kepulauan Bangka, Belitung, dan sekitarnya)
- Datum Gunung Segara (pulau Kalimantan dan sekitarnya)
- Di negara lain: Kertau 1948 (Malaysia bagian barat Singapura), Hutzushan (Taiwan), Luzon (Filipina), Indian (India, Nepeal, dan Bangladesh)
- ...dan masih banyak lagi.



# Datum Geodesi...

## 1. Datum Lokal:

**Datum Lokal** : datum geodesi yg menggunakan ellipsoid referensi yg dipilih sedekat mungkin (paling sesuai) dgn bentuk **geoid lokal (relatif tidak luas)** yg di petakan.

Datum lokal seperti:

- Datum Genoek:
- Datum SNI (Speroid Nasional Indonesia)
- Datum DGN-95 (Datum Geodesi Nasional 1995)
- Datum Bukit Rimpah (utk: kepulauan Bangka, Belitung, dan sekitarnya)
- Datum Gunung Segara (pulau Kalimantan dan sekitarnya)
- Di negara lain: Kertau 1948 (Malaysia bagian barat Singapura), Hutzushan (Taiwan), Luzon (Filipina), Indian (India, Nepeal, dan Bangladesh)
- ...dan masih banyak lagi.



# Datum Geodesi...

## 2. Datum Regional:

**Datum Regional** : datum geodesi yg menggunakan ellipsoid referensi yg dipilih sedekat mungkin (paling sesuai) dgn bentuk geoid untuk area yg **relatif luas (regional)**.

- Datum regional digunakan bersama<sup>2</sup> oleh beberapa negara yg berdekatan hingga negara<sup>2</sup> yg berada dlm 1 benua yg sama.
- Contoh:
  - Indian adalah salah satu datum regional yg digunakan bersama oleh 3 negara.
  - Datum Amerika Utara 1983 (NAD83) digunakan bersama oleh negara<sup>2</sup> di benua Amerika bagian utara.
  - European Datum 1989 (ED89) digunakan bersama oleh negara<sup>2</sup> di benua Eropa.
  - Australian Geodetic Datum 198 (AAGD98) digunakan bersama oleh negara<sup>2</sup> yg terletak dibenua Australia.
- Dikarenakan problem penggunaan datum yg **berbeda** antar negara (area)yg bersebelahan (spt penentuan batas wilayah perairan/daratan dgn tetangganya) maupun krn perkembangan teknologi penentuan posisi itu sendiri yg mengalami kemajuan pesat, maka penggunaan datum mengarah pd **globalisasi**.
- Akhirnya digunakan **datum global** sbg pengganti datum lokal atau regional.



# Datum Geodesi...

## 3. Datum Global:

**Datum Global** : datum geodesi yg menggunakan ellipsoid referensi yg dipilih sedekat mungkin (paling sesuai) dgn bentuk geoid untuk area **seluruh permukaan bumi**.

Datum Global yg digunakan negara didunia seperti:

- WGS60
- WGS66
- WGS72 → lalu diganti WGS84



# Datum Geodesi...

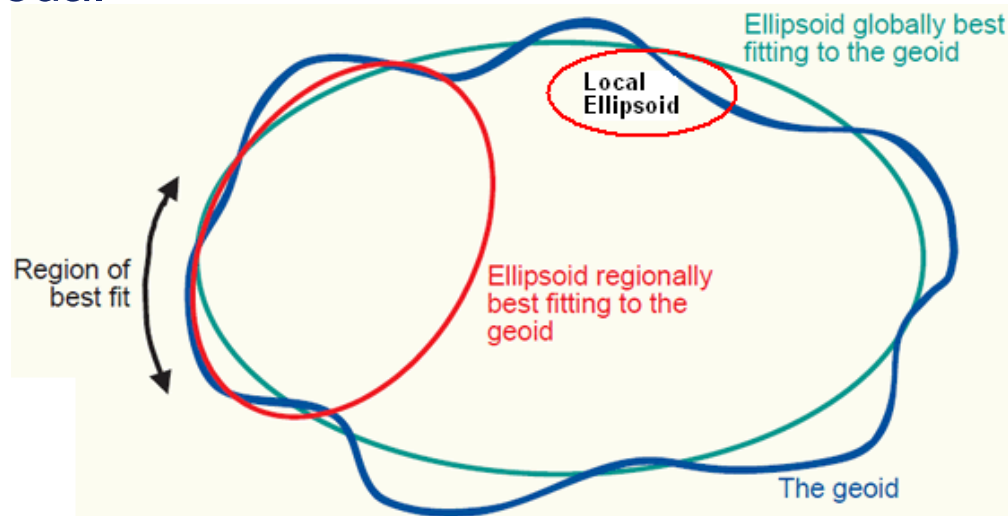
## Beberapa Datum lain:

- ❖ **NAD27** (North American Datum of 1927) menggunakan ellipsoid **Clarke (1866)** pada sumbu rotasi non geosentris
- ❖ **NAD83** (NAD, 1983) menggunakan ellipsoid **GRS80** pada sumbu rotasi geosentris
- ❖ **WGS84** (World Geodetic System of 1984) menggunakan ellipsoid **GRS80**, hampir sama dengan **NAD83**



# Transformasi Datum

- ❖ Pada gambar dibawah, bentuk permukaan **elipsoid lokal** (yg digunakan sbg **datum lokal**) mendekati bentuk geoid hanya didaerah survei yg relatif **sempit (lokal)**.
- ❖ Tapi jika elipsoid diganti yg **lebih luas** (mencakup bbrp **negara / 1 benua**), maka datumnya disebut **datum regional**.
- ❖ Dan jika elipsoidnya sangat mendekati bentuk geoid scr **keseluruhan permukaan bumi**, maka disebut **elipsoid global** (dan datumnya disebut **datum global**).
- ❖ Karena perbedaan datum disuatu tempat, maka koordinat<sup>2</sup> (lintang-bujur) juga akan berbeda.



# Sekian...

