

Konsep Geodesi Data Spasial



Arif Basofi
PENS 2015



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

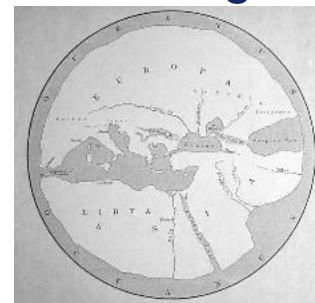
- ❖ Pembahasan mengenai bentuk bumi, ellipsoid, datum geodesi, sistem koordinat dan proyeksi tidak dapat dipisahkan dr **ilmu geodesi**.
- ❖ **Geodesi** : bidang ilmu yang mempelajari bentuk dan ukuran permukaan bumi, menentukan posisi (koordinat) titik-titik, panjang, dan arah garis permukaan bumi, termasuk mempelajari medan gravitasi bumi.
- ❖ **Ilmu geodesi**, mencakup:
 1. **Geodesi geometris**: membahas **bentuk & ukuran bumi, penentuan posisi titik, panjang dan arah garis**.
 2. **Geodesi fisik**: membahas masalah **medan gaya berat bumi** (yang jd menentukan bentuk bumi)
- ❖ Terminologi **datum, proyeksi**, dan **sistem koordinat** yg dikembangkan, digunakan utk mendeskripsikan **bentuk permukaan bumi** beserta **posisi** dan **lokasi geografis** unsur² 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 ellips putar (ellipsoid), 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).
3. Kotak persegi panjang (anggapan para Geografi 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), Erastothenes (\pm 250 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.



Model-Model Geometrik Bentuk Bumi...

6. Buah jeruk asam / lemon (J. Cassini (1683 – 1718))
 7. Buah jeruk manis / orange (ahli fisika: Hyugens (1629 – 1695) dan Isac 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 **ellipsoid** (**ellips putar**).
 - ❖ Hasil ini banyak **terbukti** sejak abad 19 hingga 20 (by Everest, Bessel, Clarke, Hayford, hingga U.S Army Map Service).
 - ❖ Model bumi **ellipsoid** ini sangat diperlukan untuk **perhitungan jarak** dan **arah** (ada yg menyebut sbg **sudut jurusan**) yg akurat dgn jangkauan yg sangat jauh. Beberapa sistem penentuan posisi & navigasi modern **memerlukan fondasi ini**, spt **receiver GPS**.
 - ❖ Bentuk bumi ellipsoid ini bukanlah bentuk bentuk bumi yg teratur, tapi bentuk dan ukuran dilihat dari permukaan air laut rata-rata (**Geoid**).



Ellipsoid Referensi

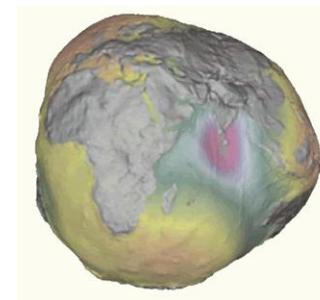
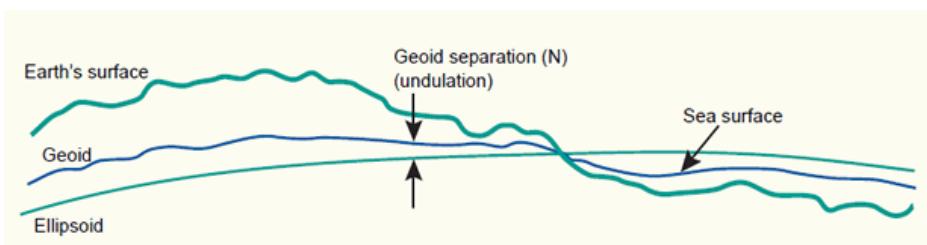
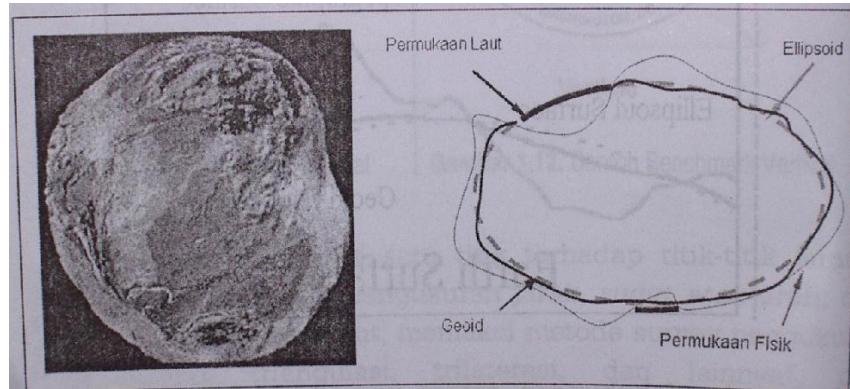
- ❖ **Geodesi geometris:** utk menentukan **koordinat titik², jarak dan arah** di permukaan bumi.
- ❖ Sehingga **diperlukan bidang referensi** bagi **hitungan**.
- ❖ Bidang ini harus memenuhi keteraturan tertentu & konsisten, sedang kenyataannya, permukaan bumi sangat tidak rata/teratur, maka **tidak 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 ellipsoid putar (ellipsoid)** 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)
- ❖ Shg **geometrik ellipsoid** digunakan sbg **bidang referensi hitungan** ke-geodesian-an, oleh krn itu disebut sbg **ellipsoid referensi**.



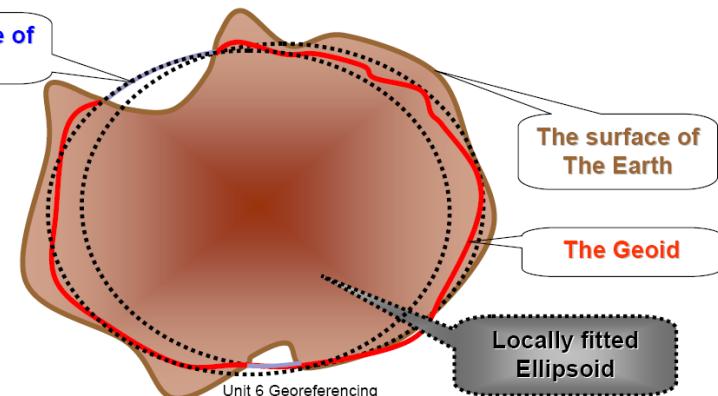
Ellipsoid Referensi...

GEOID:

- ❖ Karena bentuk goid 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 geometrik).



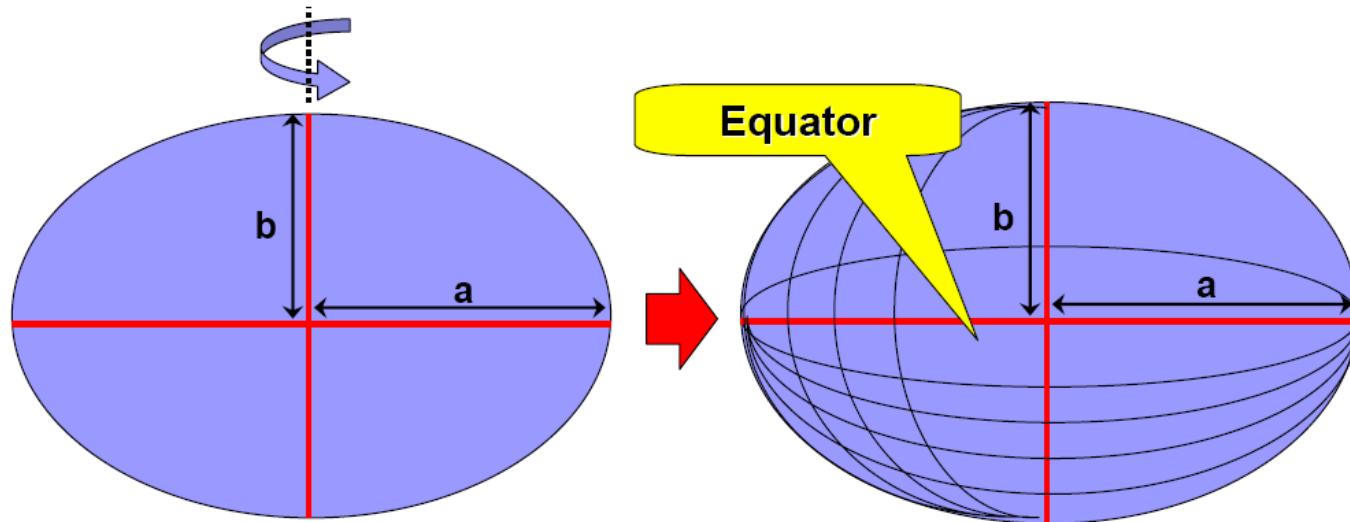
The surface of
the sea





Ellipsoid Referensi...

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



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

$$\text{first eccentricity squared: } e^2 = 2f - f^2 \\ (\text{eksentrisitas})$$



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 **beberapa 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 Speroid Nasional Indoneisa (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:

Ellipsoid	Major-Axis (a) meter	Minor-Axis (b) meter	Flattening Ratio (f)
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:

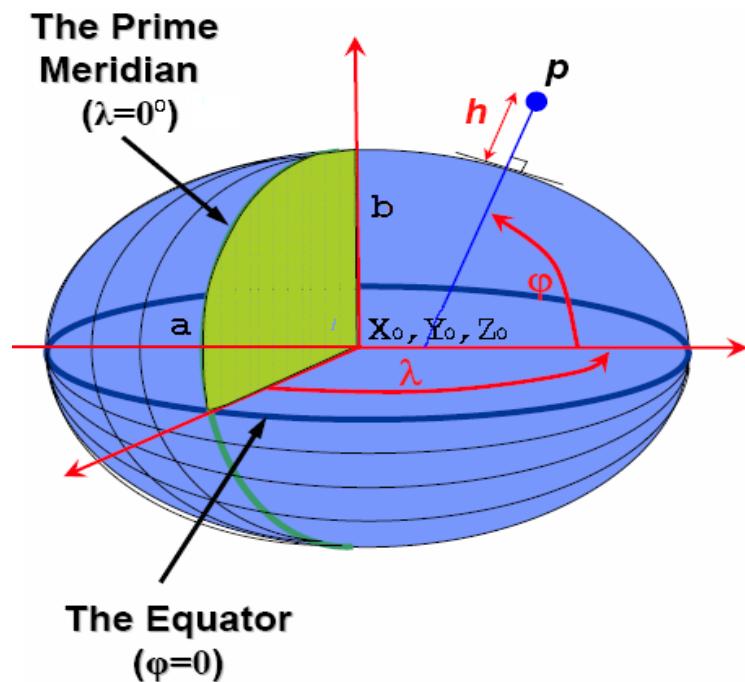
- ❖ Digunakan untuk mendefinisikan **sistem koordinat**.
- ❖ Didefinisikan dgn **ellipsoid** dan **sumbu dari perputaran**.
- ❖ **Datum** (bentuk jamak dari terminologi “data”) : merupakan **besaran²** atau **konstanta²** sbg referensi / dasar (basis) yg digunakan untuk menentukan hitungan besaran² yg lain.
- ❖ **Datum geodesi** : sekumpulan konstanta yg digunakan untuk **mendefinisikan sistem koordinat** yg digunakan untuk **kontrol geodesi** (misal. untuk penentuan hitungan koordinat² titik dipermukaan bumi).
- ❖ Paling sedikit diperlukan **8 konstanta (besaran)**.
- ❖ Datum tiap wilayah/negara **berbeda**.
- ❖ Itulah sebabnya negara² 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 penggepengan (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 (± 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 bersama² oleh beberapa negara yg berdekatan hingga negara² 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 negara² di benua Amerika bagian utara.
 - European Datum 1989 (ED89) digunakan bersama oleh negara² di benua Eropa.
 - Australian Geodetic Datum 1984 (AAGD98) digunakan bersama oleh negara² 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...

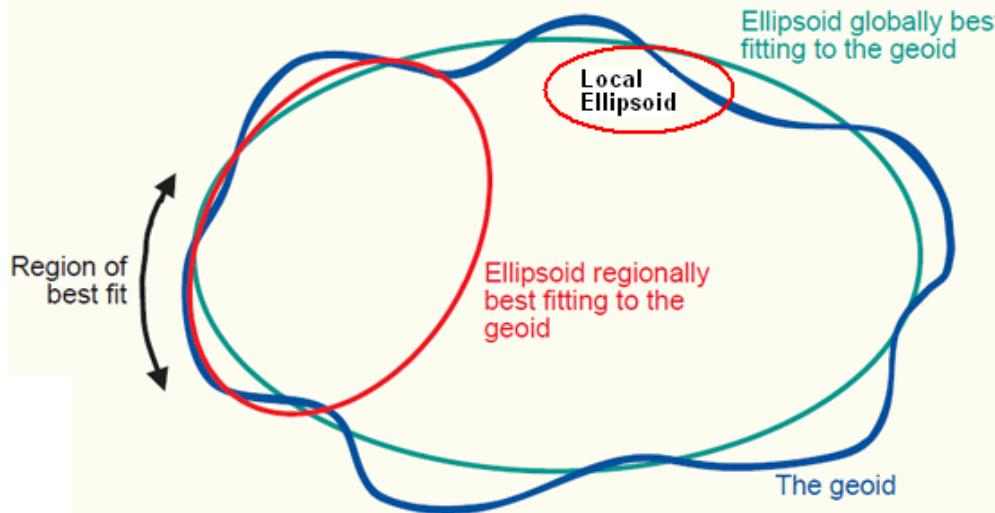
Beberapa Datum lain:

- ❖ **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 **ellipsoid lokal** (yg digunakan sbg **datum lokal**) mendekati bentuk geoid hanya didaerah survei yg relatif **sempit (lokal)**.
- ❖ Tapi jika ellipsoid diganti yg **lebih luas** (mencakup bbrp **negara / 1 benua**), maka datumnya disebut **datum regional**.
- ❖ Dan jika ellipsoidnya sangat mendekati bentuk goid scr **keseluruhan permukaan bumi**, maka disebut **ellipsoid global** (dan datumnya disebut **datum global**).
- ❖ Karena perbedaan datum disuatu tempat, maka koordinat² (lintang-bujur) juga akan berbeda.



Sampai Jumpa Lagi...

