

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

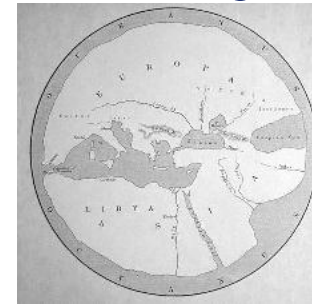
- ❖ Pembahasan mengenai bentuk bumi, ellipsoid, datum geodesi, sistem koordinat dan proyeksi tidak dapat dipisahkan dr **ilmu geodesi**.
- ❖ **Geodesi** : bidang ilmu yang mempelajari bentuk dan ukuran permukaan bumi, menentukan posisi (koordinat) titik-titik, panjang, dan arah garis permukaan bumi, 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 jg 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 (elipsoid), seperti berikut:

1. Tiram / oyster atau cakram yg terapung di permukaan laut (konsep bumi dan alam semesta menurut bangsa Babilon ± 2500 tahun SM).
2. Lempeng datar (Hecateus, bangsa Yunani kuno pd ± 500 SM).
3. Kotak persegi panjang (anggapan para Geograf Yunani kuno pd ± 500 SM – awal ± 400 SM)
4. Piringan lingkaran atau cakram (bangsa Romawi)
5. Bola (bangsa Yunani kuno: Pythagoras (± 495 SM), Aristoteles membuktikan bentuk bola bumi dgn 6 argumennya (± 340 SM), Archimedes (± 250 SM), Erasthoteles (± 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: 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** (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 elipsoid ini bukanlah bentuk bumi yg teratur, tapi bentuk dan ukuran dilihat dari permukaan air laut rata-rata (**Geoid**).



Elipsoid Referensi

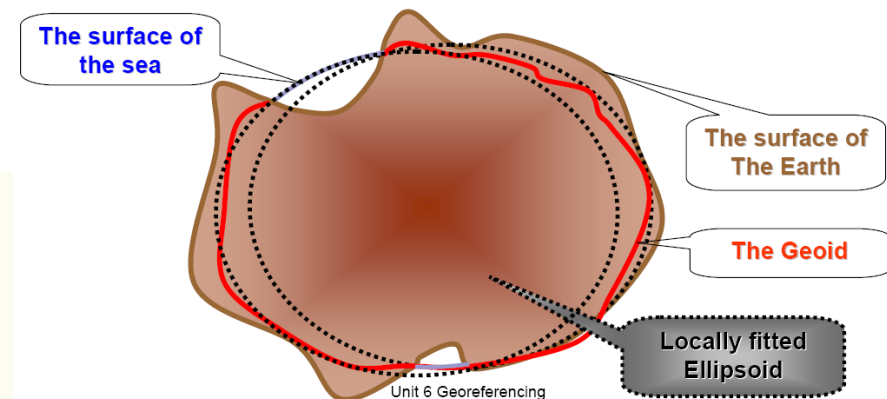
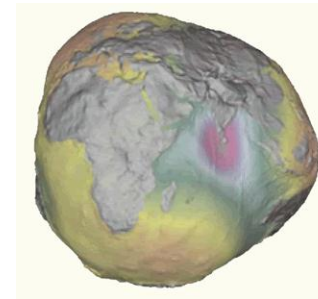
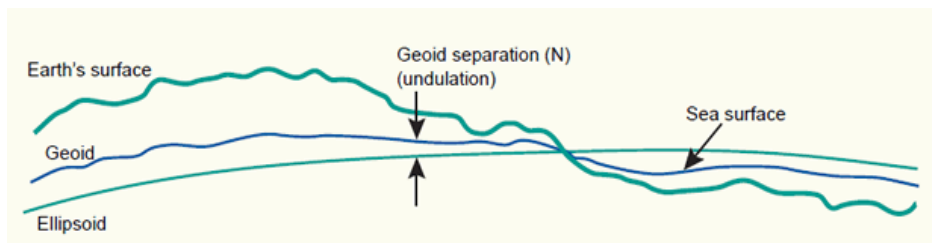
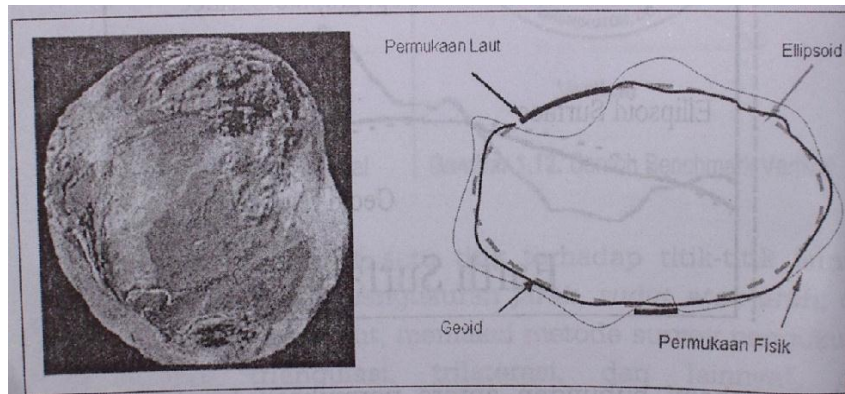
- ❖ **Geodesi geometris:** utk menentukan **koordinat titik²**, **jarak** dan **arah** di permukaan bumi.
- ❖ Sehingga **diperlukan bidang referensi** bagi **hitungan**.
- ❖ Bidang ini harus memenuhi keteraturan tertentu & konsisten, sedang kenyataannya, permukaan bumi sangat **tidak rata/teratur**, 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** 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 **elipsoid referensi**.



Ellipsoid Referensi...

GEOID:

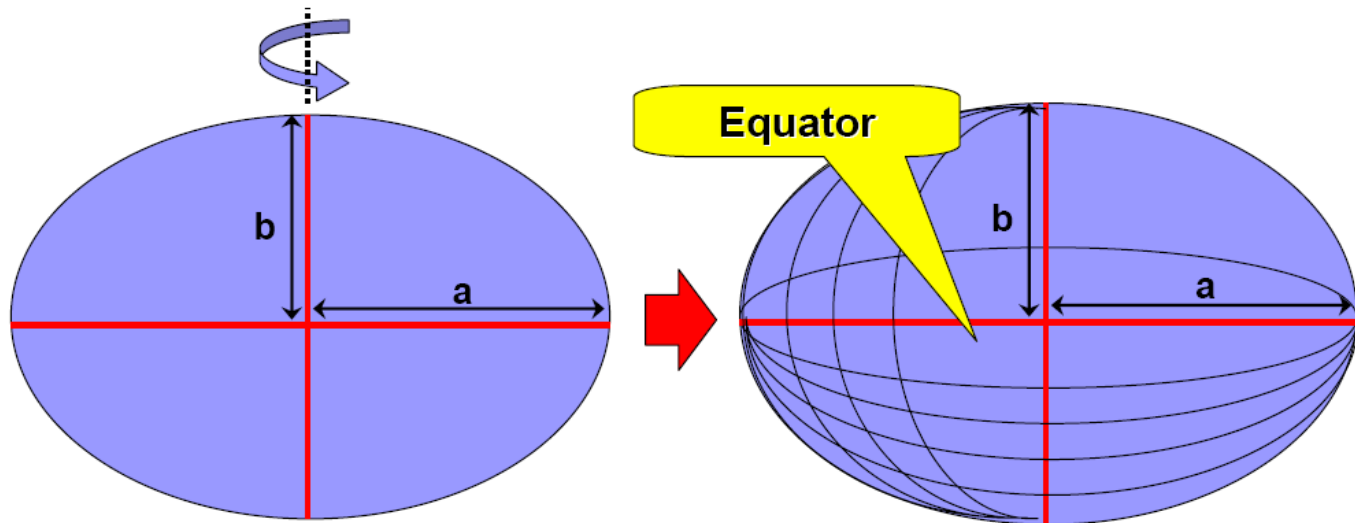
- ❖ Karena bentuk geoid tak teratur disebabkan perbedaan densitas massa dlm bumi.
- ❖ Maka, digunakan **geometri ellipsoid** (pengganti **geoid**) sbg **bidang referensi hitungan** terkait disiplin ilmu geodesi.
- ❖ Yang pd akhirnya disebut **ellipsoid referensi** (permukaan referensi geometrik).





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.



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 **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 Sferoid 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:

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:

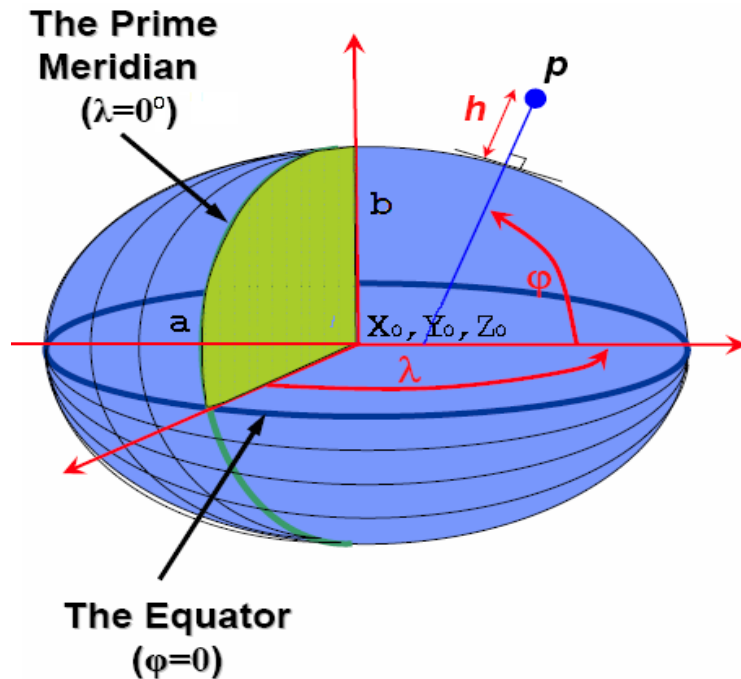
- ❖ Digunakan untuk mendefinisikan **sistem koordinat**.
- ❖ Didefinisikan dgn **elipsoid** dan **sumbu dari perputaran**.
- ❖ **Datum** (bentuk jamak dari terminologi “data”) : merupakan **besaran²** atau **konstanta²** sbg referensi / dasar (basis) yg digunakan untuk menentukan hitungan besaran² yg 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 elipsoidnya 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 198 (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...

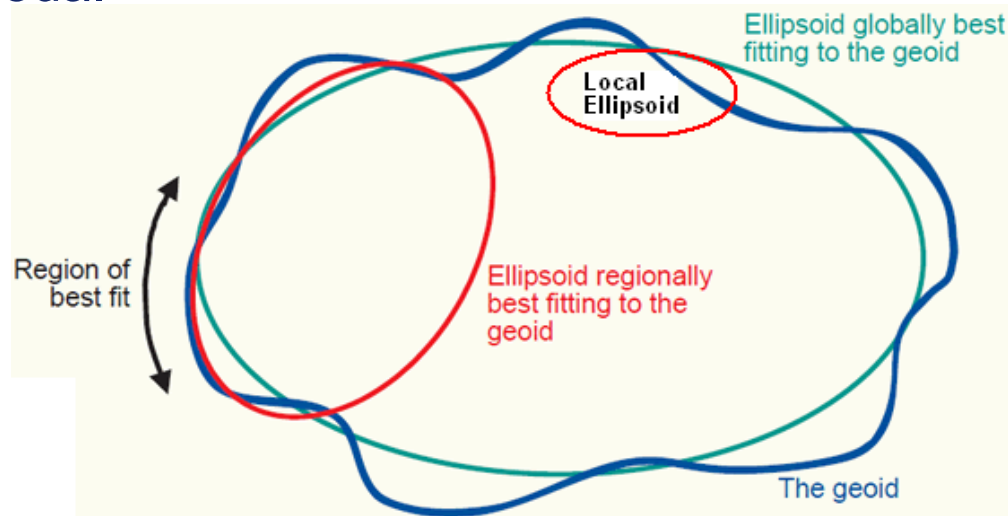
Beberapa Datum lain:

- ❖ **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 **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 koordinat² (lintang-bujur) juga akan berbeda.



Sampai Jumpa Lagi...

