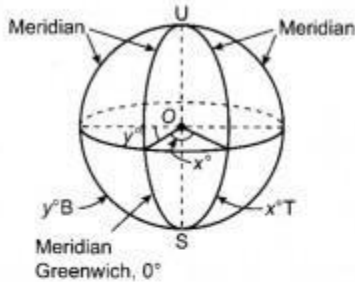


Bumi Sebagai Sfera (Tingkatan 5)

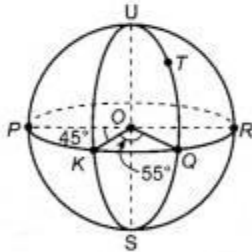
Longitud



1. **Paksi bumi** ialah garis lurus bayangan yang menyambungkan Kutub Utara (U) dengan Kutub Selatan (S) melalui pusat bumi, O.
2. **Meridian** ialah separuh bulatan pada permukaan bumi yang menyambungkan Kutub Utara dengan Kutub Selatan.

3. Bulatan pada permukaan bumi dengan pusatnya pada pusat bumi dikenali sebagai **bulatan agung**.
4. **Meridian Greenwich** ialah meridian rujukan untuk meridian-meridian yang lain. Longitud bagi Meridian Greenwich ialah 0° .
5. Longitud suatu meridian ialah sudut di antara satah meridian itu dengan satah Meridian Greenwich. Ia ditulis sebagai $x^\circ T$ jika sudut itu ialah x° ke timur Meridian Greenwich atau $y^\circ B$ jika sudut itu ialah y° ke barat Meridian Greenwich.

CONTOH 1



Dalam rajah, O ialah pusat bumi. Diberi bahawa U dan S ialah Kutub Utara dan Kutub Selatan masing-masing, dan UKS ialah Meridian Greenwich. Nyatakan longitud bagi

- (a) P, (b) Q,
(c) R, (d) T.

Penyelesaian

- (a) $\angle KOP = 45^\circ$ dan P terletak ke barat Meridian Greenwich.
 \therefore Longitud P ialah $45^\circ B$.
- (b) $\angle KOQ = 55^\circ$ dan Q terletak ke timur Meridian Greenwich.
 \therefore Longitud Q ialah $55^\circ T$.
- (c) $\angle KOR = 180^\circ - 45^\circ$
 $= 135^\circ$
dan R terletak ke timur Meridian Greenwich.
 \therefore Longitud R ialah $135^\circ T$.
- (d) T dan Q terletak pada meridian yang sama, maka longitud mereka adalah sama.
 \therefore Longitud T ialah $55^\circ T$.

CONTOH 2

Cari beza longitud di antara meridian-meridian dengan longitud yang diberi di bawah.

- (a) 15°T dan 65°T
 (b) 25°B dan 60°T
 (c) $15^{\circ}42'\text{B}$ dan $48^{\circ}12'\text{B}$

Penyelesaian

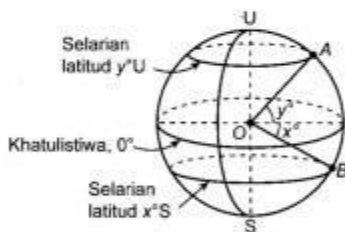
- (a) Beza longitud
 $= 65^{\circ} - 15^{\circ}$
 $= 50^{\circ}$
- (b) Beza longitud
 $= 25^{\circ} + 60^{\circ}$
 $= 85^{\circ}$

- (c) Beza longitud
 $= 48^{\circ}12' - 15^{\circ}42'$
 $= 32^{\circ}30'$

TIP PEPERIKSAAN

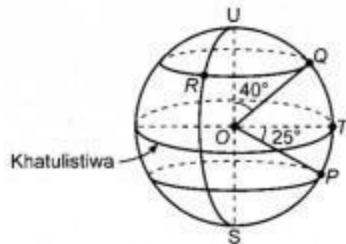
Untuk mencari beza longitud:

- (a) cari **jumlah** nilai dua longitud itu jika kedua-dua meridian itu terletak pada sebelah Meridian Greenwich yang **bertentangan**;
 (b) cari **beza** di antara nilai dua longitud itu jika kedua-dua meridian itu terletak pada sebelah Meridian Greenwich yang **sama**.

Latitud

- Khatulistiwa** ialah bulatan agung yang berserenjang dengan paksi bumi.
- Khatulistiwa membahagikan bumi kepada dua hemisfera, iaitu hemisfera utara dan hemisfera selatan.
- Selarian latitud** ialah bulatan pada permukaan bumi yang selari dengan khatulistiwa.

- Khatulistiwa ialah selarian latitud rujukan dan latitudnya ialah 0° .
- Latitud bagi Kutub Utara ialah 90°U dan latitud bagi Kutub Selatan ialah 90°S .
- Latitud** suatu selarian latitud ialah sudut pada pusat bumi yang dicangkum oleh lengkok suatu meridian bermula dari khatulistiwa ke selarian latitud itu, sama ada ke utara atau ke selatan khatulistiwa. Dalam rajah, latitud bagi A ialah $y^{\circ}\text{U}$ dan latitud bagi B ialah $x^{\circ}\text{S}$.

CONTOH 3

Dalam rajah, O ialah pusat bumi. Diberi U dan S ialah Kutub Utara dan Kutub Selatan masing-masing, cari latitud bagi

- (a) P , (b) Q , (c) R .

Penyelesaian

- (a) $\angle POT = 25^\circ$ dan P terletak ke selatan Khatulistiwa.
 \therefore Latitud P ialah $25^\circ S$.
- (b) $\angle QOT = 50^\circ$ dan Q terletak ke utara Khatulistiwa.
 \therefore Latitud Q ialah $50^\circ U$.
- (c) R terletak pada selarian latitud yang sama dengan Q , maka latitud mereka adalah sama.
 \therefore Latitud R ialah $50^\circ U$.

CONTOH 4

Cari beza latitud di antara selarian latitud yang diberi di bawah.

- (a) $24^\circ U$ dan $75^\circ U$
 (b) $35^\circ U$ dan $50^\circ S$
 (c) $15^\circ 42' U$ dan $62^\circ 50' S$

Penyelesaian

- (a) Beza latitud
 $= 75^\circ - 24^\circ$
 $= 51^\circ$
- (b) Beza latitud
 $= 35^\circ + 50^\circ$
 $= 85^\circ$
- (c) Beza latitud
 $= 15^\circ 42' + 62^\circ 50'$
 $= 78^\circ 32'$

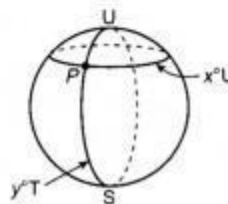
TIDAK DEDUWAKAN

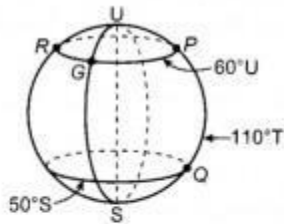
Untuk mencari beza latitud:

- (a) cari **beza** di antara nilai dua latitud itu jika kedua-dua selarian latitud itu terletak pada hemisfera yang **sama**;
- (b) cari **jumlah** nilai dua latitud itu jika kedua-dua selarian latitud itu terletak pada hemisfera yang **berlainan**.

Kedudukan Tempat

Kedudukan bagi suatu titik pada permukaan bumi ditentukan oleh latitud dan longitudnya. Jika latitud dan longitud bagi titik P ialah $x^\circ U$ dan $y^\circ T$ masing-masing, maka kedudukan P ditulis sebagai $(x^\circ U, y^\circ T)$.



CONTOH 5

Dalam rajah, US ialah paksi bumi dan UGS ialah Meridian Greenwich. Cari kedudukan bagi setiap titik yang berikut.

- (a) P (b) Q (c) R

Penyelesaian

- (a) P ialah titik persilangan bagi selarian latitud 60°U dan meridian 110°T .

\therefore Kedudukan P ialah
(60°U , 110°T).

- (b) Q ialah titik persilangan bagi selarian latitud 50°S dan meridian 110°T .

\therefore Kedudukan Q ialah
(50°S , 110°T).

- (c) PR ialah diameter bagi selarian latitud 60°U . Maka beza longitud di antara P dan R ialah 180° .

$$\begin{aligned}\text{Longitud } R &= (180^\circ - 110^\circ)\text{B} \\ &= 70^\circ\text{B}\end{aligned}$$

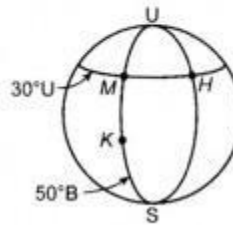
$$\begin{aligned}\text{Latitud } R &= \text{Latitud } P \\ &= 60^\circ\text{U}\end{aligned}$$

\therefore Kedudukan R ialah
(60°U , 70°B).

CONTOH 6

Diberi $M(30^\circ\text{U}$, $50^\circ\text{B})$, H dan K ialah tiga titik pada permukaan bumi. H terletak ke timur M dan K terletak ke selatan M . Cari kedudukan bagi

- (a) H jika beza longitud di antara H dan M ialah 35° ,
(b) K jika beza latitud di antara K dan M ialah 55° .

Penyelesaian

- (a) Latitud $H = \text{Latitud } M$
 $= 30^\circ\text{U}$

$$\begin{aligned}\text{Longitud } H &= (50^\circ - 35^\circ)\text{B} \\ &= 15^\circ\text{B}\end{aligned}$$

\therefore Kedudukan H ialah
(30°U , 15°B).

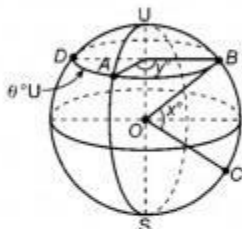
- (b) Latitud $K = (55^\circ - 30^\circ)\text{S}$
 $= 25^\circ\text{S}$

$$\begin{aligned}\text{Longitud } K &= \text{Longitud } M \\ &= 50^\circ\text{B}\end{aligned}$$

\therefore Kedudukan K ialah
(25°S , 50°B).

Jarak pada Permukaan Bumi

- Jarak** di antara dua titik pada permukaan bumi ialah panjang lengkok yang menyambungkan dua titik.
- Satu **batu nautika** ditakrifkan sebagai panjang lengkok suatu bulatan agung yang mencangkum sudut satu minit pada pusat bumi.

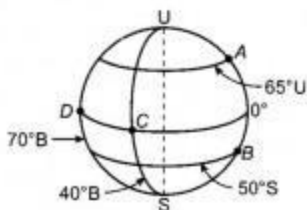


- Jarak di antara dua titik yang diukur **sepanjang meridian** ialah panjang lengkok meridian yang menyambungkan dua titik itu, iaitu beza latitud (dalam minit) di antara dua titik itu. Dalam rajah, jarak di antara B dan C
= $(x \times 60)$ batu nautika

- Jarak di antara dua titik yang diukur **sepanjang selarian latitud** θ° U/S ialah panjang lengkok bagi selarian latitud yang menyambungkan dua titik itu, iaitu beza longitud (dalam minit) di antara dua titik itu \times kos θ . Dalam rajah, jarak di antara A dan B
= $(y \times 60 \times \cos \theta)$ batu nautika

- Jarak terpendek** di antara dua titik pada permukaan bumi ialah jarak yang diukur sepanjang suatu bulatan agung. Dalam rajah, jika $\angle DOB = \alpha^\circ$, maka jarak terpendek di antara D dan B
= $(\alpha \times 60)$ batu nautika

CONTOH 7



- Dalam rajah, A , B , C dan D ialah empat titik pada permukaan bumi. Hitung jarak, dalam batu nautika, di antara
- A dan B ,
 - C dan D .

Penyelesaian

- (a)
- A
- dan
- B
- terletak pada meridian yang sama.

$$\begin{aligned} \text{Beza latitud di antara } A \text{ dan } B &= 65^\circ + 50^\circ \\ &= 115^\circ \\ &= 115 \times 60' \\ &= 6900' \end{aligned}$$

Jarak di antara A dan B ialah 6900 batu nautika.

- (b)
- C
- dan
- D
- terletak pada khatulistiwa.

$$\begin{aligned} \text{Beza longitud di antara } C \text{ dan } D &= 70^\circ - 40^\circ \\ &= 30^\circ \\ &= 30 \times 60' \\ &= 1800' \end{aligned}$$

Jarak di antara C dan D ialah 1800 batu nautika.

CONTOH 8

Cari jarak, dalam batu nautika, di antara pasangan titik yang berikut.

- (a) $H(70^\circ\text{U}, 65^\circ\text{B})$
 $K(70^\circ\text{U}, 90^\circ\text{B})$
 (b) $M(50^\circ\text{S}, 60^\circ\text{B})$
 $N(50^\circ\text{S}, 80^\circ\text{T})$

Penyelesaian

- (a)
- H
- dan
- K
- terletak pada selarian latitud
- 70°U
- .

$$\begin{aligned} \text{Beza longitud di antara } H \text{ dan } K &= 90^\circ - 65^\circ \\ &= 25^\circ \\ &= 25 \times 60' \\ &= 1500' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak di antara } H \text{ dan } K &= 1500 \times \cos 70^\circ \\ &= 513.03 \text{ batu nautika} \end{aligned}$$

- (b)
- M
- dan
- N
- terletak pada selarian latitud
- 50°S
- .

$$\begin{aligned} \text{Beza longitud di antara } M \text{ dan } N &= 60^\circ + 80^\circ \\ &= 140^\circ \\ &= 140 \times 60' \\ &= 8400' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak di antara } M \text{ dan } N &= 8400 \times \cos 50^\circ \\ &= 5399.42 \text{ batu nautika} \end{aligned}$$

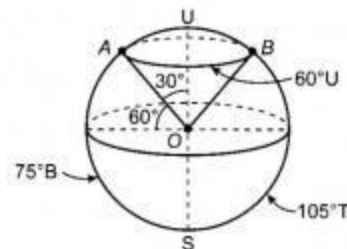
CONTOH 9

Cari jarak terpendek, dalam batu nautika, di antara pasangan titik yang berikut.

- (a) $A(60^\circ\text{U}, 75^\circ\text{B})$
 $B(60^\circ\text{U}, 105^\circ\text{T})$
 (b) $P(65^\circ\text{S}, 36^\circ\text{T})$
 $Q(40^\circ\text{S}, 144^\circ\text{B})$

Penyelesaian

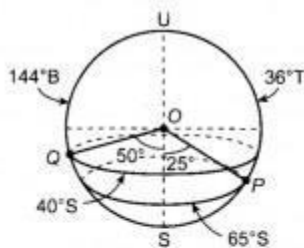
- (a)



$$\begin{aligned} \angle AOB &= 30^\circ + 30^\circ \\ &= 60^\circ \\ &= 60 \times 60' \\ &= 3600' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak terpendek di antara } A \text{ dan } B &= \text{panjang lengkok } AUB \\ &= 3600 \text{ batu nautika} \end{aligned}$$

(b)



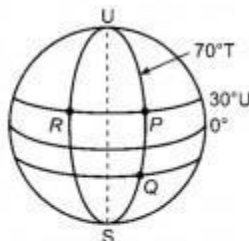
$$\begin{aligned}\angle QOP &= 50^\circ + 25^\circ \\ &= 75^\circ \\ &= 75 \times 60' \\ &= 4500'\end{aligned}$$

Jarak terpendek di antara P dan Q
= panjang lengkok QSP
= 4500 batu nautika

CONTOH 10

Diberi kedudukan P ialah $(30^\circ\text{U}, 70^\circ\text{T})$, cari

- (a) latitud bagi Q jika jarak di antara P dan Q , diukur sepanjang meridian yang sama, ialah 3900 batu nautika dan Q terletak ke selatan P ,
- (b) longitud bagi R jika jarak di antara P dan R , sepanjang selarian latitud sepunya, ialah 2000 batu nautika dan R terletak ke barat P .

Penyelesaian

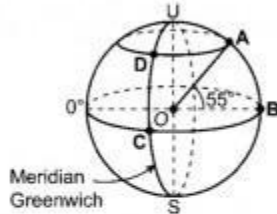
- (a) $PQ = 3900$ batu nautika
Beza latitud di antara P dan Q
= 3900'
= $\frac{3900}{60}$
= 65°

$$\begin{aligned}\text{Latitud bagi } Q & \\ &= (65^\circ - 30^\circ)\text{S} \\ &= 35^\circ\text{S}\end{aligned}$$

- (b) $PR = 2000$ batu nautika
Biar beza longitud di antara P dan $R = \theta^\circ$
 $\therefore \theta^\circ \times 60 \times \cos 30^\circ = 2000$
 $\theta^\circ = \frac{2000}{60 \cos 30^\circ}$
= $38^\circ 29'$

$$\begin{aligned}\text{Longitud bagi } R & \\ &= (70^\circ - 38^\circ 29')\text{T} \\ &= 31^\circ 31'\text{T}\end{aligned}$$

1.



Dalam rajah, U ialah Kutub Utara, S ialah Kutub Selatan dan UOS ialah paksi bumi. Antara titik-titik A, B, C dan D, yang manakah mempunyai kedudukan (55°U , 0°B)?

Penyelesaian

Titik yang mempunyai kedudukan (55°U , 0°B) mempunyai latitud 55°U dan longitud 0°B , iaitu Meridian Greenwich.

\therefore Titik itu ialah D.

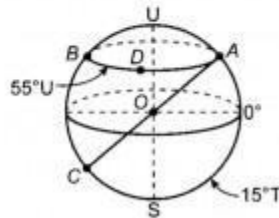
Jawapan: D

2. A(55°U , 15°T) dan B ialah dua titik pada permukaan bumi dengan keadaan AB ialah diameter selarian latitud sepunya.
- Cari longitud bagi B.
 - Diberi AC ialah diameter bumi, nyatakan kedudukan bagi C.
 - Hitung jarak terpendek, dalam batu nautika, dari B ke Kutub Utara.
 - Sebuah kapal terbang bertolak dari A ke arah ke barat di sepanjang selarian latitud dengan purata laju 450 knot.

Kapal terbang itu mengambil masa 7 jam untuk sampai di titik D. Hitung

- jarak, dalam batu nautika, dari A ke D,
- longitud D.

Penyelesaian



- Longitud B
 $= (180^\circ - 15^\circ)\text{B}$
 $= 165^\circ\text{B}$
- Latitud C = 55°S
 Longitud C
 $= \text{longitud B}$
 $= 165^\circ\text{B}$
 Kedudukan C
 $= (55^\circ\text{S}, 165^\circ\text{B})$
- $\angle BON = 90^\circ - 55^\circ$
 $= 35^\circ$
 $= 35 \times 60$
 $= 2100'$

Jarak terpendek dari B ke Kutub Utara ialah 2100 batu nautika.

- Jarak dari A ke D
 $= \text{laju} \times \text{masa}$
 $= 450 \times 7$
 $= 3150 \text{ batu nautika}$

- (ii) Biar beza longitud di antara A dan $D = \theta^\circ$

$$\begin{aligned}\therefore \theta^\circ \times 60 \times \cos 55^\circ &= 3150 \\ \theta^\circ &= \frac{3150}{60 \cos 55^\circ} \\ &= 91^\circ 32'\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Longitud } D &= (91^\circ 32' - 15^\circ)\text{B} \\ &= 76^\circ 32'\text{B}\end{aligned}$$

3. $X(20^\circ\text{U}, 30^\circ\text{B})$, Y dan Z ialah tiga titik pada permukaan bumi. Y terletak ke selatan X . Beza latitud di antara X dan Y ialah 45° . Z terletak ke barat Y . Beza longitud di antara Y dan Z ialah 80° . Cari kedudukan bagi Z .
- A $(35^\circ\text{S}, 50^\circ\text{B})$
B $(35^\circ\text{S}, 50^\circ\text{T})$
C $(25^\circ\text{S}, 105^\circ\text{B})$
D $(25^\circ\text{S}, 110^\circ\text{B})$

Penyelesaian

Beza latitud di antara X dan Y ialah 45°

$$\begin{aligned}\Rightarrow \text{Latitud } Y &= (45^\circ - 20^\circ)\text{S} \\ &= 25^\circ\text{S}\end{aligned}$$

Z terletak ke barat Y
 \Rightarrow Latitud $Z = 25^\circ\text{S}$

Beza longitud di antara Y dan Z ialah 80°

$$\begin{aligned}\Rightarrow \text{Longitud } Z &= (80^\circ + 30^\circ)\text{B} \\ &= 110^\circ\text{B}\end{aligned}$$

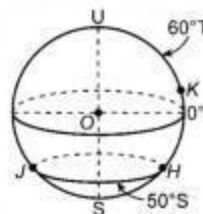
\therefore Kedudukan bagi Z ialah $(25^\circ\text{S}, 110^\circ\text{B})$

Jawapan: D

4. $H(50^\circ\text{S}, 60^\circ\text{T})$, J dan K ialah tiga titik pada permukaan bumi. HJ ialah diameter selarian latitud 50°S . K terletak 4200 batu nautika ke utara H .

- (a) Nyatakan longitud bagi J .
(b) Cari latitud bagi K .
(c) Hitung jarak, dalam batu nautika, dari H ke J , diukur sepanjang selarian latitud sepunya.
(d) Sebuah kapal terbang berlepas dari J menuju ke H mengikut jarak terpendek, diukur sepanjang permukaan bumi, dan seterusnya dalam arah ke utara ke K . Diberi purata laju keseluruhan penerbangan ialah 640 knot, hitung jumlah masa penerbangan itu.

Penyelesaian



- (a) Longitud J
 $= (180^\circ - 60^\circ)\text{B}$
 $= 120^\circ\text{B}$
- (b) $HK = 4200$ batu nautika
Beza latitud di antara H dan K
 $= 4200'$
 $= \frac{4200}{60}$
 $= 70^\circ$

$$\begin{aligned}\text{Latitud } K & \\ &= (70^\circ - 50^\circ)\text{U} \\ &= 20^\circ\text{U}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{(c) Beza longitud di antara } H & \\ \text{dan } J & \\ &= 180^\circ \\ &= 180 \times 60 \\ &= 10\,800'\end{aligned}$$

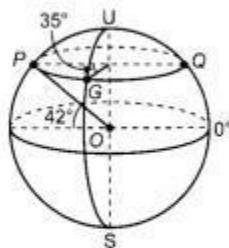
$$\begin{aligned}\text{Jarak dari } H \text{ ke } J & \\ &= 10\,800 \times \cos 50^\circ \\ &= 6942.11 \text{ batu nautika}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{(d) Jarak terpendek dari } J \text{ ke } H & \\ \text{ialah lengkok } JSH. & \\ \angle JOH = 40^\circ + 40^\circ & \\ &= 80^\circ \\ &= 80 \times 60 \\ &= 4800'\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah jarak dari } J \text{ ke } H \text{ ke} & \\ K &= 4800 + 4200 \\ &= 9000 \text{ batu nautika}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah masa yang diambil} & \\ &= \frac{9000}{640} \leftarrow \text{Laju} = \frac{\text{Jarak}}{\text{Masa}} \\ &= 14 \text{ jam } 4 \text{ minit}\end{aligned}$$

5.



Dalam rajah, U ialah Kutub Utara, S ialah Kutub Selatan, UOS ialah paksi bumi dan UGS ialah Meridian Greenwich. PQ ialah diameter selarian latitud sepunya. Cari kedudukan bagi titik Q.

- A $(42^\circ\text{U}, 35^\circ\text{B})$
 B $(42^\circ\text{U}, 35^\circ\text{T})$
 C $(42^\circ\text{U}, 145^\circ\text{B})$
 D $(42^\circ\text{U}, 145^\circ\text{T})$

Penyelesaian

$$\begin{aligned}\text{Latitud } Q &= \text{Latitud } P \\ &= 42^\circ\text{U}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Longitud } Q &= (180^\circ - 35^\circ)\text{T} \\ &= 145^\circ\text{T}\end{aligned}$$

\therefore Kedudukan bagi Q ialah $(42^\circ\text{U}, 145^\circ\text{T})$.

Jawapan: D

6. Jadual menunjukkan latitud dan longitud bagi empat titik, A, B, C dan D, pada permukaan bumi.

Titik	Latitud	Longitud
A	25°U	35°T
B	$x^\circ\text{S}$	35°T
C	25°U	$y^\circ\text{B}$
D	20°S	$y^\circ\text{B}$

- (a) F ialah satu titik pada permukaan bumi dengan keadaan AF ialah diameter bumi. Nyatakan kedudukan bagi F.
- (b) Hitung
- nilai x jika jarak dari A ke B, diukur sepanjang meridian, ialah 3900 batu nautika,
 - nilai y jika jarak dari A dalam arah ke barat ke C sepanjang selarian latitud sepunya ialah 4200 batu nautika.