



# **PERANAN MATEMATIKA DI ERA MILLENIAL**

**OLEH:  
DR. SUSILA BAHRI, MSC**

**Jurusan Matematika Universitas Andalas**



# APA ITU MILLENNIAL?

Milenial (juga dikenal sebagai Generasi Y, Gen Y atau Generasi Langgas) adalah kelompok [demografi](#) yang kelahirannya ditetapkan oleh para peneliti antara 1980-1995.

## CIRI-CIRI GENERASI MILLINEAL

umumnya ditandai oleh peningkatan penggunaan dan keakraban dengan *komunikasi*, media, dan teknologi digital

# GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS)

Adalah Sistem navigasi diseluruh dunia yang terbentuk dari kumpulan 24 satelit yang tiapnya mengorbit 11000 nmi di atas bumi dan 5 stasiun yang membantu satelit bekerja. Tiap satelit GPS mengorbit bumi selama 12 jam

# KEGUNAAN GPS:

1. Sebagai alat navigasi sehingga pengendara mengetahui jalur perjalanan yang akan dipilih untuk mencapai tujuan
2. Untuk pembuatan peta, mengukur jarak atau referensi pengukuran
3. Sebagai pelacak kendaraan untuk melihat dimana posisi kendaraan sekarang
4. Untuk keperluan perang, menuntun arah bom, mengetahui dimana posisi kawan (pergerakan pasukan) agar menghindari salah target
5. Memantau pergerakan tanah sehingga gempa dapat diprediksi

GPS yang dikembangkan oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat disebut NAVSTAR GPS

# JALUR DATA SISTEM NAVIGASI GPS:

NO.	MEDIA	KETERANGAN
1.	GPS	Sistem navigasi GPS pada telepon seluler atau kendaraan mengirimkan sinyal pada satelit.
2.	Satelit	Sinyal dari perangkat navigasi GPS diterima oleh satelit dan satelit segera mengolahnya untuk menunjukkan posisi awal perangkat tersebut dan posisi tempat tujuan yang sudah ditentukan serta memberikan koordinat tepat perangkat GPS yang mengirim sinyal dengan tepat lalu mengirimkan sinyal kembali pada perangkat tersebut.
3.	GPS	Sinyal dari satelit kembali diterima oleh GPS dan menunjukkan lokasi perangkat GPS berada dan tempat tujuan serta menampilkannya pada peta. Setelah menantukan lokasi dan koordinat pada peta lalu perangkat GPS kembali mengirim sinyal.
4.	Menara Pemancar	Menara pemancar terdekat akan menangkap sinyal yang dikirimkan oleh perangkat GPS lalu mengirimkannya ke Pusat Informasi untuk kemudian diolah.
5.	Pusat Informasi	Data posisi dan koordinat tempat awal serta tempat tujuan diterima dan data tersebut kemudian diolah untuk memperoleh solusi yang terbaik. Setelah jalan terbaik diperoleh data jalur dan lintasan yang akan dilalui dikirim kembali pada perangkat GPS.
6.	GPSA	Solusi diterima dan diinformasikan pada pengguna

Tabel 1. Jalur data sistem navigasi GPS

Posisi penerima GPS dinyatakan dalam koordinat  $x, y, z$  yaitu:

$$(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 + (z - z_1)^2 = (C \cdot tp_1)^2 \dots\dots\dots(1a)$$

$$(x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 + (z - z_2)^2 = (C \cdot tp_2)^2 \dots\dots\dots(1b)$$

$$(x - x_3)^2 + (y - y_3)^2 + (z - z_3)^2 = (C \cdot tp_3)^2 \dots\dots\dots(1c)$$

Dimana  $x_i, y_i, z_i$  adalah koordinat satelit ke  $i$ ,  $C$  adalah kecepatan cahaya dan  $tp_i$  adalah waktu yang dibutuhkan oleh sinyal dari satelit ke  $i$  sampai ke penerima

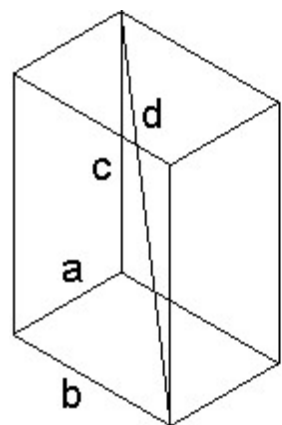
$C \cdot tp_i$  adalah kecepatan cahaya dikalikan dengan waktu atau sama dengan jarak dari satelit  $i$  ke penerima. Jarak tersebut kita nyatakan sebagai  $r_i$ . Sekarang persamaan (1) dapat ditulis sebagai:

$$(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 + (z - z_1)^2 = r_1^2 \dots\dots\dots(2a)$$

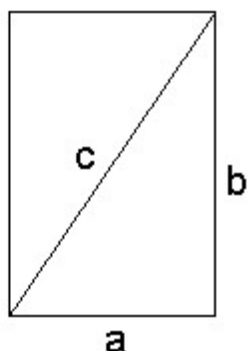
$$(x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 + (z - z_2)^2 = r_2^2 \dots\dots\dots(2b)$$

$$(x - x_3)^2 + (y - y_3)^2 + (z - z_3)^2 = r_3^2 \dots\dots\dots(2c)$$

Persamaan 2 tersebut berasal dari persamaan Phytagoras diterapkan pada ruang 3 dimensi.

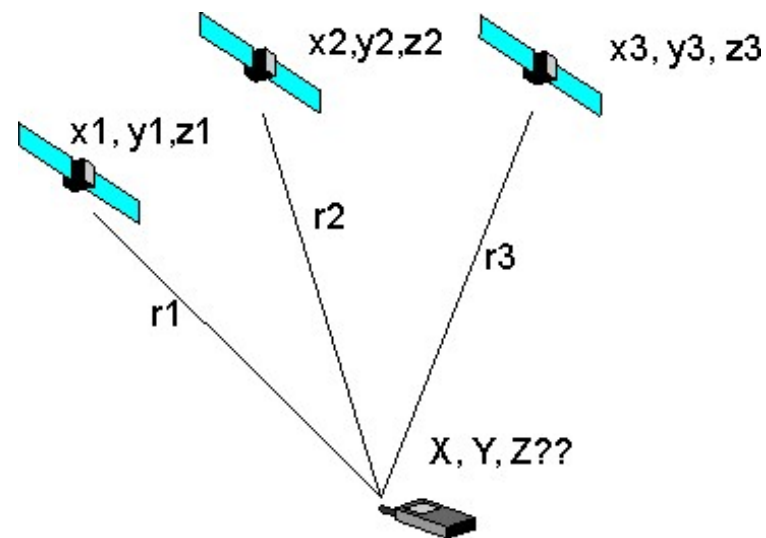


$$a^2 + b^2 + c^2 = d^2$$



$$a^2 + b^2 = c^2$$

*Dalil Phytagoras*



*Dalil Phytagoras digunakan untuk mencari posisi penerima GPS*

Pada persamaan (2) diatas ada 3 variabel yang tidak diketahui besarnya yaitu  $x$ ,  $y$ ,  $z$  dengan 3 persamaan. Agar suatu system persamaan mempunyai jawaban yang unik jumlah variabel dan jumlah persamaan harus sama. Solusi persamaan diselesaikan oleh software komputer yang ada pada penerima GPS

Besaran  $tp_i$  disebut waktu sejati atau "proper time". Untuk mengukur "waktu sejati" jam pada satelit dan penerima GPS haruslah serempak. Karena sedemikian besarnya kecepatan cahaya, Kesalahan jam tidak boleh lebih besar dari 0.00000001 detik. Tak ada jam yang kita kenal dalam kehidupan sehari-hari yang sanggup melakukan tugas tersebut. Kecuali jam atom yang berharga puluhan milyar rupiah.

Ketahuilah satelit GPS dilengkapi dengan jam atom. Jam atom ini sangat mahal, jadi penerima GPS akan sangat mahal pula. Kenyataanya harga penerima GPS "cuma" beberapa juta rupiah. Jam pada penerima GPS adalah jam digital biasa. Jadi persamaan (2) secara praktis tidak dapat digunakan sehubungan dengan jam murah pada penerima tidak dapat dibuat benar-benar serempak dengan jam pada satelit.

Katakanlah jam pada penerima GPS dan jam pada penerima satelit berselisih waktu (bias) sebesar  $b$  maka akan berlaku :

$$tp_i = t_i + b$$

$tp_i$  = waktu sejati

$t_i$  = waktu terukur (waktu semu)

$b$  = kesalahan jam.



Sekarang besaran yang tidak diketahui ada 4 buah. Posisi penerima  $x, y, z$  dan selisih waktu  $b$ . Menurut teori aljabar, diperlukan 4 buah persamaan agar besaran-besaran yang tidak diketahui tersebut dapat dipecahkan. Untuk maksud tersebut digunakanlah satelit ke 4.

$$(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 + (z - z_1)^2 = (C \cdot [t_1 + b])^2 \dots\dots\dots(3a)$$

$$(x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 + (z - z_2)^2 = (C \cdot [t_2 + b])^2 \dots\dots\dots(3b)$$

$$(x - x_3)^2 + (y - y_3)^2 + (z - z_3)^2 = (C \cdot [t_3 + b])^2 \dots\dots\dots(3c)$$

$$(x - x_4)^2 + (y - y_4)^2 + (z - z_4)^2 = (C \cdot [t_4 + b])^2 \dots\dots\dots(3d)$$

Persamaan (3) dapat juga ditulis sebagai

$$(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 + (z - z_1)^2 = r_1^2 \dots\dots\dots(4a)$$

$$(x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 + (z - z_2)^2 = (d_2 + r_1)^2 \dots\dots\dots(4b)$$

$$(x - x_3)^2 + (y - y_3)^2 + (z - z_3)^2 = (d_3 + r_1)^2 \dots\dots\dots(4c)$$

$$(x - x_4)^2 + (y - y_4)^2 + (z - z_4)^2 = (d_4 + r_1)^2 \dots\dots\dots(4d)$$

dimana  $r_1$  adalah jarak dari satelit pertama  $r_1 = C \cdot (t_1 + b)$

$d_i$  adalah selisih jarak:  $d_2 = C \cdot (t_2 - t_1)$ ,  $d_3 = C \cdot (t_3 - t_1)$ ,  $d_4 = C \cdot (t_4 - t_1)$ .

$t_i$  adalah waktu terukur (waktu semu)

Ada 4 variabel yang tidak diketahui, posisi dari lokasi  $x$ ,  $y$ ,  $z$  dan jarak satelit pertama  $r_1$ . Variabel tersebut dapat kita ketahui dengan memecahkan persamaan (4). Hebat!! ini adalah cara yang jenius. Ternyata dengan 4 buah satelit, penerima GPS tidak perlu jam atom

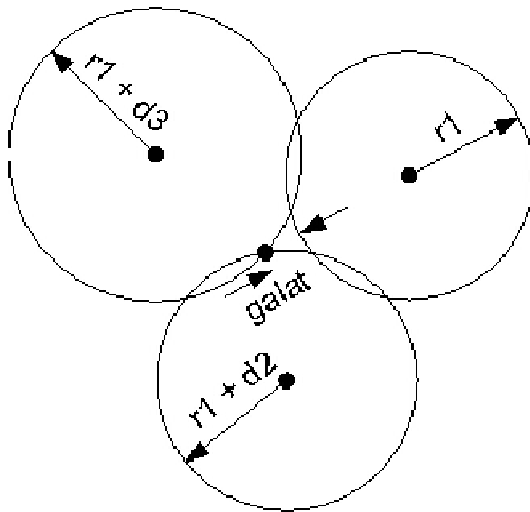
## Masalah GPS dalam 2 dimensi

Agar mudah memahami, kita bisa membuat tafsiran geometri dari persamaan (4). Marilah kita mempersempit masalah yang asalnya 3 dimensi menjadi 2 dimensi semata-mata agar mudah digambar. Angaplah bumi bukan bulat melainkan bundar seperti uang logam. Pada masalah GPS 2 dimensi, hanya perlu 3 satelit.

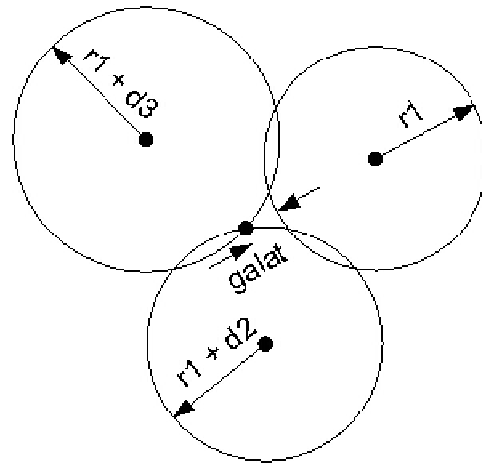
Tempat kedudukan dari penerima berada pada lingkaran dimana jari-jari lingkaran adalah jarak. Jari jari lingkaran besarnya tidak diketahui.

Akan tetapi besarnya jari-jari lingkaran saling bergantung satu sama lain menurut persamaan  $r_2 = r_1 + d_2$ ,  $r_3 = r_1 + d_3$  (lihat persamaan (4)). Tepat kedudukan penerima adalah apabila ketiga lingkaran saling berpotongan dalam satu titik. Kita bisa melukis tempat kedudukan lokasi dengan metoda trial-error (coba salah).

Kita bisa memulai dengan harga  $r_1$  yang kecil. Lukislah tiga buah lingkaran dengan jari jari  $r_1$ ,  $r_2$  dan  $r_3$ . Apabila lingkaran-lingkaran tersebut belum berpotongan dalam satu titik, coba lagi dengan jari-jari yang berbeda sampai 3 buah lingkaran tersebut berpotongan dalam 1 titik (galat = 0). Titik tersebut adalah tempat kedudukan penerima.



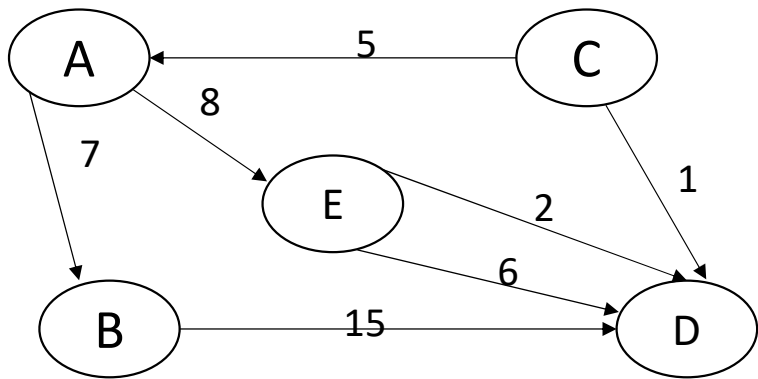
Lukislah tiga buah lingkaran dengan jari jari  $r_1$ ,  $r_2$  dan  $r_3$ . Apabila lingkaran-lingkaran tersebut belum berpotongan dalam satu titik, coba lagi dengan jari-jari yang berbeda sampai 3 buah lingkaran tersebut berpotongan dalam 1 titik (galat = 0). Titik tersebut adalah tempat kedudukan penerima.



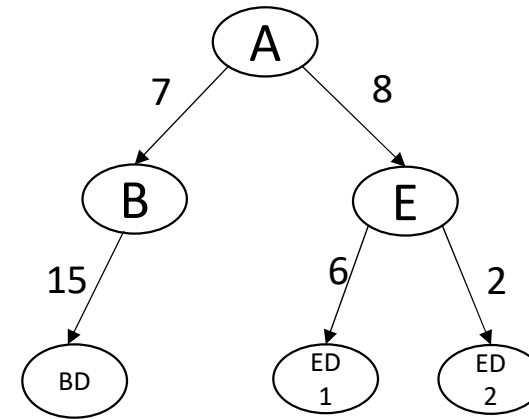
Sistem persamaan  $f(x)=0$  tersebut dapat diselesaikan dengan Metode Newton dengan memberikan nilai aproksimasi awal untuk tiap variabel  $x$ ,  $y$  dan  $z$ . Formula iterasi Newton adalah:

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)}$$

Graf dapat diaplikasikan untuk menentukan jalur terpendek (tercepat) pengendara setelah data dalam bentuk peta atau foto sampai ke Pusat informasi. Data diubah menjadi graf berbobot berarah. Contoh Data yang masuk ke Pusat informasi adalah:



Gambar 7 : Graf contoh persoalan representasi untuk GPS

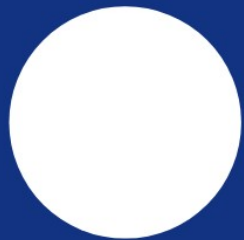


Gambar 8: Pohon keputusan untuk masalah pada Gambar 7

Pemilihan jalur terpendek adalah berdasarkan jumlah bobot yang paling minimum pada pohon keputusan

# KESIMPULAN

1. Ilmu matematika sangat berguna di era milineal untuk menentukan dan menyelesaikan masalah di dunia nyata
2. Dalam menyelesaikan masalah yang kompleks diperlukan berbagai cabang Ilmu Matematika
3. Untuk masalah terapan sering dibutuhkan keahlian dalam pemrograman sebagai penunjang dalam memperoleh solusi



TERIMA KASIH  
**TERIMA KASIH**  
TERIMA KASIH

**Pekan Seni Bermatematika**