

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Pengukuran bidang tanah sudah di mulai dari jaman dahulu ketika manusia berkeinginan untuk menentukan batasan wilayah bidang tanah garapannya. Pada masa itu belum adanya ukuran atau satuan yang pasti yang dipergunakan untuk acuan dalam menentukan luasan suatu bidang tanah dan mereka tidak mempermasalahkannya itu. Barulah pada masa kerajaan Mesir kuno sekitar tahun 1350 SM dikenal pembagian lahan garapan berdasarkan ukuran-ukuran tertentu. Saat sungai Nil surut orang-orang pada masa itu mulai berebut untuk menggarapnya karena wilayah tersebut lebih subur dibandingkan dengan wilayah lainnya, maka untuk menertibkannya mulailah dilakukan pengukuran untuk pembagian lahan garapan berdasarkan satuan tertentu secara adil. Tidak hanya pada lahan garapan pembagian lahan tersebut berkembang pada kebutuhan pokok manusia yaitu tempat tinggal dan salah satunya adalah wilayah perumahan.

Perkembangan peradaban dan teknologi membuat pekerjaan pengukuran menjadi lebih mudah, karena ditunjang dengan alat-alat yang semakin canggih. Begitu juga dalam pekerjaan pengukuran bidang tanah sudah menggunakan peralatan yang semakin canggih, yang dulunya menggunakan metode perhitungan berdasarkan ukuran tubuh seperti jumlah langkah, ukuran bahu, ataupun ukuran telapak tangan. Berkembang menjadi menggunakan alat konvensional seperti meteran, *theodolite* untuk pengukuran horizontal, sipat datar untuk pengukuran vertikal, *total station (TS)*. Dalam satu alat untuk melakukan pengukuran baik horizontal maupun vertikal, hingga kini yang terbaru menggunakan *GNSS (global*

*navigation satellite system*) yang berbasis satelit. Semakin canggih dan semakin teliti suatu alat ukur semakin mahal pula biaya pembelian alat tersebut.

Demi menjamin kepastian luasan dan batas masing-masing bidang tanah pada area perumahan diperlukanlah alat ukur yang teliti, Agar nantinya tidak terjadi kesalahan dalam pengerjaan konstruksi bangunan diatas bidang tanah tersebut. Saat ini terdapat dua jenis alat ukur yang memiliki ketelitian yang sangat baik dalam melaksanakan kegiatan pengukuran bidang tanah pada wilayah perumahan yaitu *total station (TS)* dan *GNSS (Global Navigation Satellite System)*. Namun dari kedua alat tersebut terdapat selisih harga pembelian maupun sewa yang sangat jauh berbeda.

Dari pemaparan di atas dipandang perlu adanya suatu penelitian untuk mengetahui seberapa besar selisih luasan bidang tanah dari hasil pengukuran yang diperoleh dari pengukuran menggunakan *total station* dengan *GNSS (global navigation satellite system)*.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Seberapa besar perbedaan luasan pada saat melaksanakan pengukuran menggunakan *total station* dengan menggunakan *GNSS (global navigation satellite system)* pada Perumahan Sentana Graha Blumbungan di Desa Sibang Kaja, Kecamatan Abiansemal, Badung.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dari penelitian tugas akhir ini antara lain :

Untuk mengetahui apakah ada perbedaan luas bidang tanah antara hasil pengukuran menggunakan *total station* dengan menggunakan *GNSS (global navigation satellite system)* pada area yang relatif datar.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dengan adanya penelitian tugas akhir ini antara lain:

Menyajikan data ada tidaknya perbedaan luas signifikan hasil pengukuran menggunakan *total station* dengan menggunakan *GNSS (global navigation satellite system)* pada area yang relatif datar. sehingga dapat membantu surveyor menentukan alat yang dipergunakan dalam pekerjaan pengukuran perumahan ditinjau dari segi ketelitian alat.

### 1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian tugas akhir ini adalah :

- a. Menggunakan *GNSS* Leica , *Total Station* Cygnus.
- b. Berlokasi di desa sibang kaja, kecamatan abiansemal-badung.
- c. Kajian utama dalam penelitian ini adalah luas bidang tanah.
- d. Luas area yang dipetakan  $\pm 2.500 \text{ m}^2$
- e. Topografi area relatif datar.
- f. Operator *total station* dan *GNSS* tetap.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Pengukuran Bidang Tanah

Pengukuran didefinisikan sebagai seni penentuan posisi relatif pada, di atas, atau di bawah permukaan bumi, berkenaan dengan pengukuran jarak-jarak, sudut-sudut, arah-arah baik vertikal maupun horizontal. Seorang yang melakukan pekerjaan pengukuran ini dinamakan Surveyor. Dalam keseharian kerjanya, seorang surveyor bekerja pada luasan permukaan bumi terbatas. Meskipun demikian, ia adalah pengambil keputusan apakah bumi ini dianggap datar atau melengkung dengan mempertimbangkan sifat, volume pekerjaan dan ketelitian yang dikehendaki. Berdasarkan luas cakupan daerah pengukurannya, surveying dikelompokkan menjadi:

- a. Survei geodesi (*geodetic surveying*), dengan luas cakupan pengukuran lebih dari 37 km x 37 km. Rupa muka bumi merupakan permukaan lengkung.
- b. Survei tanah datar (*plane surveying*) atau ilmu ukur tanah, dengan luas cakupan pengukuran maksimum 37 km x 37 km. (Yusuf, 2014)

Rupa muka bumi dianggap sebagai bidang datar. Kegiatan survei terdiri dari pekerjaan lapangan dan pekerjaan kantor. Pekerjaan lapangan secara garis besar meliputi pengukuran kerangka dasar horizontal, pengukuran kerangka dasar vertikal, dan pengukuran detil. Sedangkan pekerjaan kantor meliputi perhitungan dan penggambaran. (Yusuf, 2014)

Ketika surveyor melakukan pengolahan hasil-hasil pengukuran, ia banyak dijumpai penghitungan-penghitungan; antara lain penghitungan jarak, sudut,

asimut dan koordinat koordinat atau perubahan-perubahan antar besaran-besaran itu. Perlu dipahami sejak awal, pengukuran yang dilakukan oleh seorang surveyor itu berada pada bidang topografi sedangkan hasil-hasil *ploting* atau penggambaran disajikan pada bidang datar. Oleh sebab itu, untuk keperluan yang teliti misalnya pada survei geodetik, hasil-hasil ukuran tidaklah serta merta secara langsung dapat dihitung dengan menggunakan aturan-aturan trigonometris biasa tetapi harus dilibatkan kelengkungan-kelengkungan ellipsoida bumi. (Yusuf, 2014)

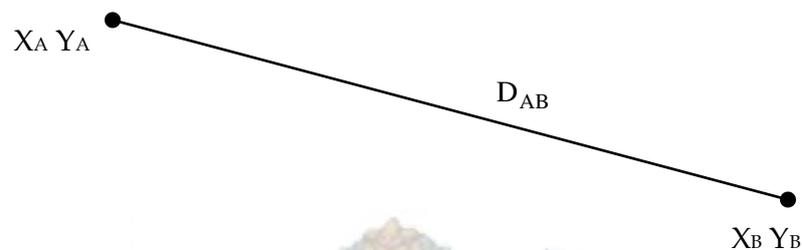
Namun demikian, untuk survei pengukuran yang tidak begitu luas (survei planimetris), kelengkungan bumi dianggap tidak ada atau bumi dianggap bidang datar. Dengan asumsi ini maka aturan-aturan trigonometris sederhana berlaku. (Yusuf, 2014)

### 2.1.1 Jarak

Pengukuran menghasilkkan jarak-jarak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Jarak langsung diperoleh dengan pengukuran tarikan meteran antar titik dengan titik lainnya. Jarak tidak langsung diperoleh dengan penghitungan hasil-hail ukuran besaran di lapangan, misalnya pada survei tacimetri. (Syaifullah, 2008)

Selain itu, terkadang surveyor perlu mendapatkan hitungan jarak-jarak dari titik-titik yang telah diketahui koordinatnya, misalnya pada keperluan cek lapangan, *stake out* atau pengembalian batas. Dalam hal ini jarak antar dua titik merupakan garis hubung terdekat antar dua titik tersebut ( Gambar 2.1). Jarak antar dua titik yang bukan merupakan garis hubung terdekat antar dua titik tersebut ( Gambar 2.2) bukan jarak antar kedua titik itu. Secara sederhana, pada

bidang datar jarak antar dua titik A yang memiliki koordinat  $(X_A ; Y_A )$  dan B yang memiliki koordinat  $(X_B ; Y_B )$  adalah jarak  $(D)$  bisa dihitung dari dua titik yang telah diketahui koordinatnya:



Gambar 2.1 Jarak Dari Dua Titik

(sumber: Syaifullah, 2008)

$$D_{AB} = \sqrt{[(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2]}$$

$D_{AB}$  : Jarak antara titik A dan titik B

$X_B$  : absis titik B

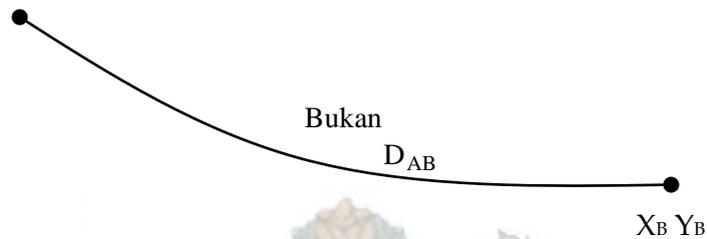
$X_A$  : absis titik A

$Y_B$  : ordinat titik B

$Y_A$  : ordinat titik A

Keterangan : pengurangan absis atau ordinat boleh saja terbalik, hasilnya akan tetap sama karena pengurangan itu dikuadratkan.

$X_A Y_A$



Gambar 2.2 Garis Lengkung Bukan Jarak Dari Dua Titik

(sumber: Syaifullah, 2008)

Contoh,

Diketahui  $X_A = 100,21$  m ;  $Y_A = 14,71$  m dan  $X_B = 150,28$  m ;  $Y_B = 5,56$  m

Maka,

$$D_{AB} = \sqrt{[(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2]}$$

$$D_{AB} = \sqrt{[(150,28 - 100,21)^2 + (5,56 - 14,71)^2]}$$

$$D_{AB} = 50,9 \text{ m (dibulatkan)}$$

Contoh,

Diketahui  $X_A = -10,21$  m ;  $Y_A = 14,71$  m dan  $X_B = 150,28$  m ;  $Y_B = -5,56$  m

Maka,

$$D_{AB} = \sqrt{[(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2]}$$

$$D_{AB} = \sqrt{[(150,28 - (-10,21))^2 + (-5,56 - 14,71)^2]}$$

$$D_{AB} = 161,8 \text{ m (dibulatkan)}$$

Contoh,

Diketahui  $X_A = -10,21$  m ;  $Y_A = 0,71$  m dan  $X_B = -150,28$  m ;  $Y_B = -5,56$  m Maka,

$$D_{AB} = \sqrt{[(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2]}$$

$$D_{AB} = \sqrt{[(-150,28 - (-10,21))^2 + (-5,56 - 0,71)^2]}$$

$$D_{AB} = 140,2 \text{ m (dibulatkan)}$$

### 2.1.2 Asimut

Asimut antar dua titik adalah besarnya sudut (*bearing*) yang dibentuk dari suatu referensi (meridian atau utara) searah jarum jam sampai ke garis penghubung dua titik itu. Karena berputar satu lingkaran penuh, besarnya asimut pada satuan derajat mulai nol derajat sampai dengan tiga ratus enam puluh derajat ( $0^\circ$  s.d.  $360^\circ$ ). Arah utara ditunjukkan dengan asimut nol derajat, arah timur ditunjukkan dengan asimut sembilan puluh derajat, arah selatan ditunjukkan dengan asimut seratus delapan puluh derajat, arah barat ditunjukkan dengan asimut dua ratus tujuh puluh derajat, arah timur laut ditunjukkan dengan asimut empat puluh lima derajat, arah tenggara ditunjukkan dengan asimut seratus tiga puluh lima derajat, arah barat daya ditunjukkan dengan asimut dua ratus lima belas derajat dan arah barat laut ditunjukkan dengan asimut dua ratus lima belas derajat. (Syaifullah, 2008)

Dalam hal ini, asimut yang berputar berlawanan arah jarum jam bukanlah disebut sebagai asimut. Asimut ditampilkan dari  $0^\circ$  s.d.  $360^\circ$ . Asimut negatif atau lebih dari  $360^\circ$  maka perlu diubah menjadi besaran positif antara  $0^\circ$  s.d.  $360^\circ$ .

Contoh:

$$\text{Asimut } -40^{\circ} \text{ sama dengan } -40^{\circ} + 360^{\circ} = 320^{\circ}.$$

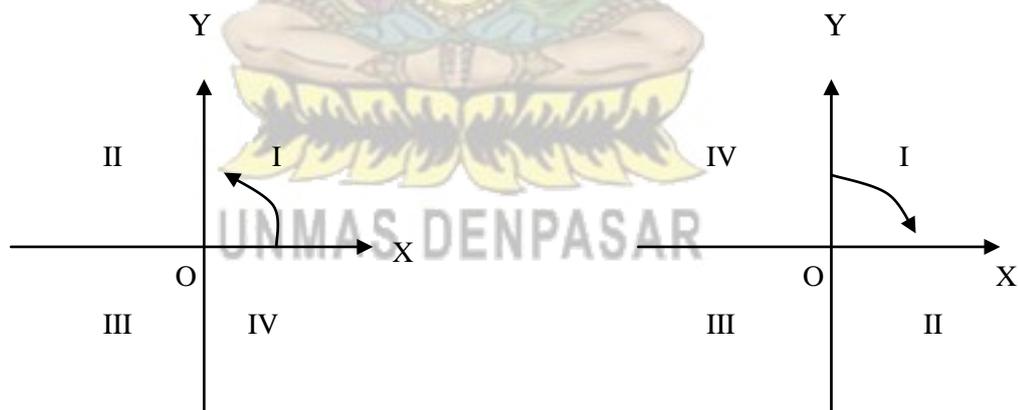
$$\text{Asimut } -140^{\circ} \text{ sama dengan } -140^{\circ} + 360^{\circ} = 120^{\circ}.$$

$$\text{Asimut } 380^{\circ} \text{ sama dengan } 380^{\circ} - 360^{\circ} = 220^{\circ}.$$

$$\text{Asimut } 780^{\circ} \text{ sama dengan } 780^{\circ} - 2 \times 360^{\circ} = 60^{\circ}.$$

Pada salib sumbu kartesian dengan pusat salib sumbu O, terdapat perbedaan antara ukur tanah dengan matematika dalam hal putaran dan kuadran. Sudut pada matematika dihitung dari sumbu X berlawanan arah dengan jarum jam. Sedangkan sudut (dalam hal ini asimut) dihitung dari sumbu Y searah dengan jarum jam. (Syaifullah, 2008)

Perbedaan kuadran pada ukur tanah dan matematika seperti yang tergambar pada Gambar 2.3 Angka I, II, III, IV masing-masing adalah kuadran.



Gambar 2.3 Perbedaan Kuadaran

(sumber: Syaifullah, 2008)

Secara sederhana asimut antara dua titik A dan B yang masing-masing memiliki koordinat bisa dihitung dengan:

$$\alpha_{AB} = \text{ArcTan} [(X_B - X_A) / (Y_B - Y_A)]$$

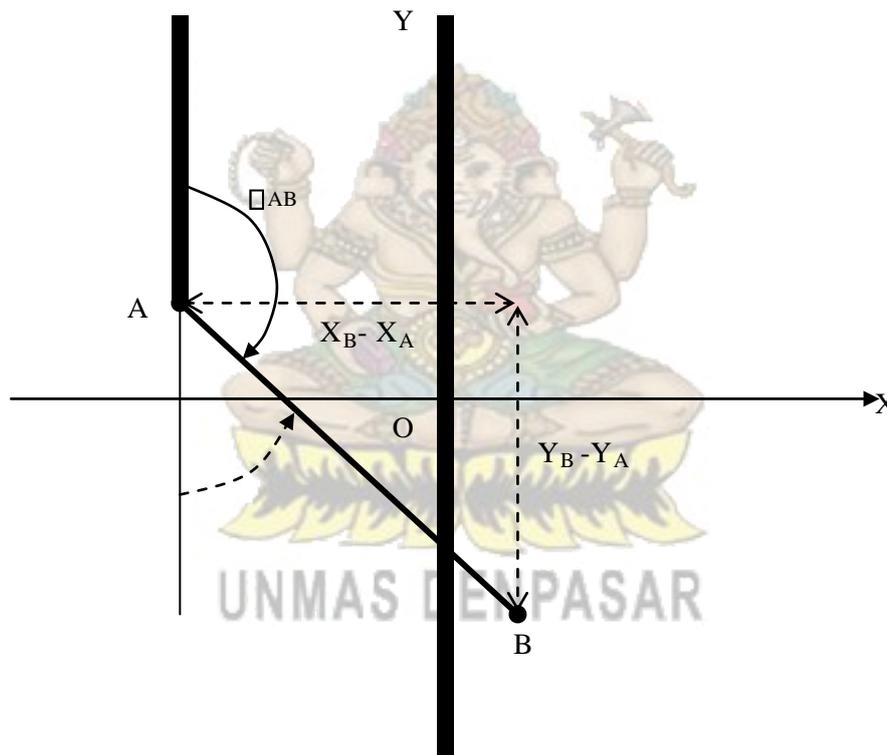
$\alpha_{AB}$  : asimut garis AB

$X_B$  : absis titik B

$X_A$  : absis titik A

$Y_B$  : ordinat titik B

$Y_A$  : ordinat titik A



Gambar 2.4 Penghitungan  $\alpha_{AB}$

(sumber: Syaifullah, 2008)

Hasil hitungan ArcTan() mungkin negatif atau positif. Jika positif, asimut mungkin terletak di kuadran I atau III. Dalam hal ini, asimut terletak di kuadran I jika  $(X_B - X_A) > 0$  dan  $(Y_B - Y_A) > 0$ ; dan terletak di kuadran IV jika  $(X_B - X_A)$

$<0$  dan  $(Y_B - Y_A) < 0$ . Untuk asimut yang terletak di kuadran III hasil hitungannya ditambahkan  $180^0$  sedangkan untuk asimut yang terletak di kuadran I hasil hitungannya ditambahkan  $0^0$ . (Syaifullah, 2008)

Jika hasil ArcTan() negatif, asimut mungkin terletak di kuadran II atau IV. Dalam hal ini, asimut terletak di kuadran II jika  $(X_B - X_A) > 0$  dan  $(Y_B - Y_A) < 0$ ; dan terletak di kuadran IV jika  $(X_B - X_A) < 0$  dan  $(Y_B - Y_A) > 0$ . Untuk asimut yang terletak di kuadran II hasil hitungannya ditambahkan  $180^0$  sedangkan untuk asimut yang terletak di kuadran IV hasil hitungannya ditambahkan  $360^0$ . (Syaifullah, 2008)

Perlu diketahui bahwa tanda hasil hitungan arctan jangan diubah menjadi positif tetapi dibiarkan apa adanya.

Contoh,

Diketahui  $X_A = 100,21$  m ;  $Y_A = 14,71$  m dan

$X_B = 150,28$  m ;  $Y_B = 5,56$  m

Maka,

$$\square_{AB} = \text{ArcTan} [(X_B - X_A) / (Y_B - Y_A)]$$

$$\square_{AB} = \text{ArcTan} [(150,28 - 100,21) / (5,56 - 14,71)]$$

$$\square_{AB} = -79^0 38' 38'' + [180^0] = 100^0 21' 22''$$

Jika hitungan terbalik,  $\text{ArcTan} [(X_A - X_B) / (Y_A - Y_B)] = \square_{BA}$

$$\square_{BA} = \text{ArcTan} [(X_A - X_B) / (Y_A - Y_B)]$$

$$\square_{BA} = \text{ArcTan} [(100,21 - 150,28) / (14,71 - 5,56)] \text{ pada kuadran IV}$$

$$\square_{BA} = -79^{\circ}38'38'' + [360^{\circ}] = 280^{\circ}21'22''$$

Contoh,

Diketahui  $X_A = 100,21$  m ;  $Y_A = 100,71$  m dan

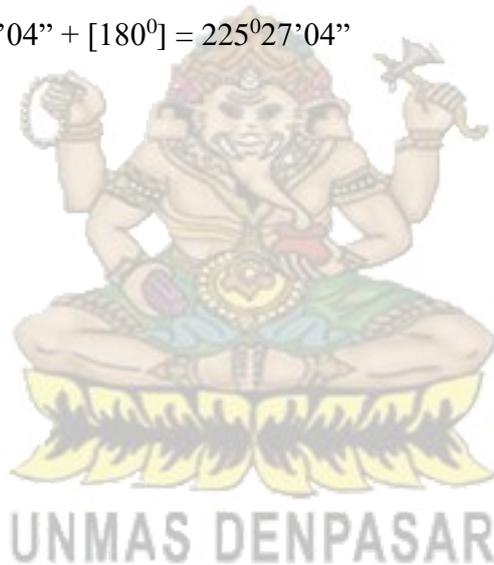
$X_B = 50,28$  m ;  $Y_B = 51,56$  m

Maka,

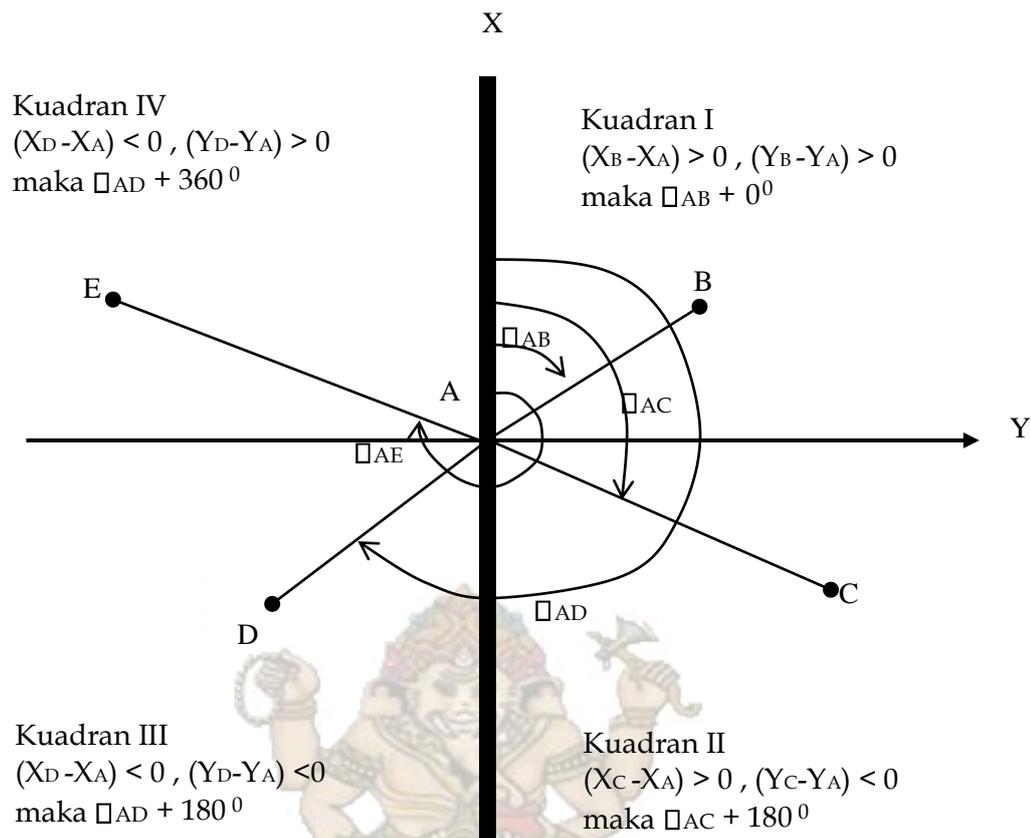
$$\square_{AB} = \text{ArcTan} [(X_B - X_A) / (Y_B - Y_A)]$$

$$\square_{AB} = \text{ArcTan} [(50,28 - 100,21) / (51,56 - 100,71)] \text{ pada kuadran III}$$

$$\square_{AB} = 45^{\circ}27'04'' + [180^{\circ}] = 225^{\circ}27'04''$$



Penyesuaian kuadran,



Gambar 2.5 Kuadran Pada Ilmu Ukur Tanah

(sumber: Syaifullah, 2008)

Contoh,

Diketahui  $X_A = 100,21$  m ;  $Y_A = 100,71$  m dan $X_B = 50,28$  m ;  $Y_B = 251,56$  m

Maka,

$$\alpha_{AB} = \text{ArcTan} [(X_B - X_A) / (Y_B - Y_A)]$$

$$\alpha_{AB} = \text{ArcTan} [(50,28 - 100,21) / (251,56 - 100,71)] \text{ pada kuadran IV}$$

$$\alpha_{AB} = -18^0 18' 51'' + [360^0]$$

$$\alpha_{AB} = 341^0 41' 09''$$

Jika diketahui asimut AB, asimut BA dikatakan sebagai asimut kebalikannya.

Selisih antara suatu asimut dengan asimut kebalikannya adalah  $180^0$ . Besarnya asimut

BA dapat dengan mudah dihitung,

$$\text{Asimut kebalikan} = \text{Asimut} \pm 180^0$$

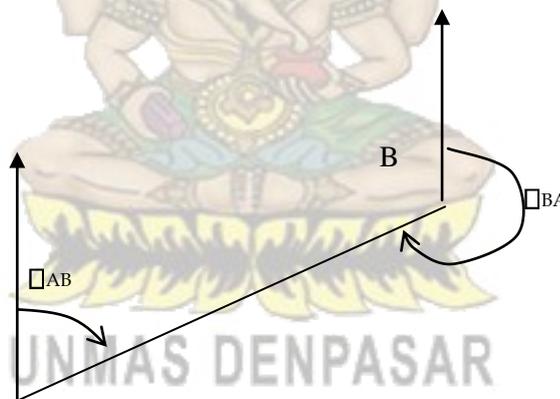
$$\alpha_{BA} = \alpha_{AB} \pm 180^0$$

Contoh,

$$\text{Diketahui } \alpha_{AB} = 40^0, \text{ maka } \alpha_{BA} = 40^0 + 180^0 = 220^0$$

$$\text{Diketahui } \alpha_{AB} = 340^0, \text{ maka } \alpha_{BA} = 340^0 - 180^0 = 160^0$$

$$\text{Diketahui } \alpha_{AB} = 140^0, \text{ maka } \alpha_{BA} = 40^0 + 180^0 = 320^0$$



A

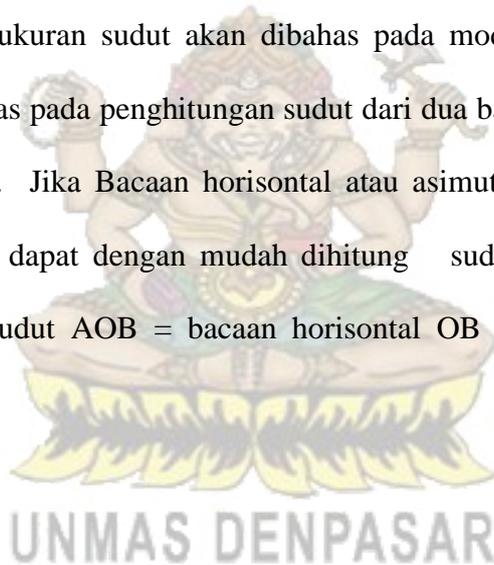
Gambar 2.6 Asimut AB

(sumber: Syaifullah, 2008)

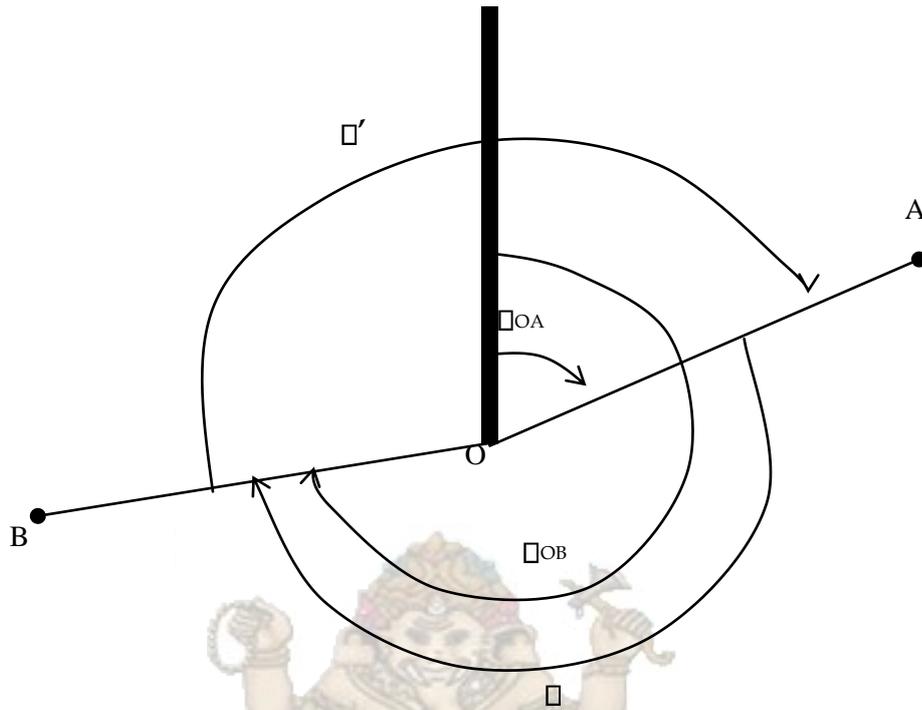
### 2.1.3 Sudut

Sudut horisontal dapat dihitung dengan dua cara; dari selisih dua bacaan horisontal dan selisih dua asimut. Bacaan horisontal biasanya didapatkan dari pengukuran teodolit. Dalam cara tertentu teodolit bisa menghasilkan bacaan horisontal yang sekaligus sebagai asimut dua titik. Pada teodolit tertentu, misalkan T0, bacaan horisontal sekaligus sebagai asimut magnetis suatu garis. Selain itu asimut bisa didapatkan dari pengukuran dengan kompas atau dari hasil hitungan dua titik yang telah diketahui koordinatnya yang telah dibahas di atas. (Syaifullah, 2008)

Prinsip pengukuran sudut akan dibahas pada modul berikutnya. Saat ini, pembahasan terbatas pada penghitungan sudut dari dua bacaan horisontal dan dari selisih dua asimut. Jika Bacaan horisontal atau asimut OA dan OB diketahui, sudut kanan AOB dapat dengan mudah dihitung  $\text{sudut AOB} = \text{asimut OB} - \text{asimut OA}$  atau  $\text{sudut AOB} = \text{bacaan horisontal OB} - \text{bacaan horisontal OA}$  (Syaifullah, 2008)



Jika hasil hitungan negatif, hitungan ditambahkan  $360^0$ .



Gambar 2.7 Sudut

(sumber: Syaifullah, 2008)

Contoh,

Diketahui  $\alpha_{OA} = 60^0 30'$  dan  $\alpha_{OB} = 260^0 50'$ , maka

$$\alpha_{AOB} = \alpha = \alpha_{OB} - \alpha_{OA} = 260^0 50' - 60^0 30' = 200^0 20'$$

Jika terbalik,  $\alpha_{OA} - \alpha_{OB} = 60^0 30' - 260^0 50' = -200^0 20'$

Diperoleh  $\alpha_{BOA} = \alpha' = 159^0 40'$

Dengan cara ini, jika diketahui koordinat tiga buah titik, sudut pada salah satu titik tersebut dapat dihitung.

Contoh,

Diketahui  $X_A = 100,21$  m ;  $Y_A = 100,71$  m ;

$$X_B = 50,28 \text{ m} ; Y_B = 251,56 ; X_C = 54,28 \text{ m} ; Y_C = 51,56 \text{ m}$$

$$\text{Sudut kanan BAC} = \alpha = \alpha_{AC} - \alpha_{AB}$$

$$\alpha_{AC} = \text{ArcTan} [(54,28 - 100,21) / (51,56 - 100,71)] \text{ kuadran III}$$

$$\alpha_{AC} = 223^{\circ}03'37''$$

$$\alpha_{AB} = 341^{\circ}41'09'' \text{ seperti contoh di atas}$$

$$\alpha = 223^{\circ}03'37'' - 341^{\circ}41'09'' = -118^{\circ}37'32'' + [360^{\circ}]$$

Jika  $\alpha < 0^{\circ}$ , hasilnya ditambahkan  $360^{\circ}$

$$\text{Jadi } \alpha = 241^{\circ}22'28''$$

#### 2.1.4 Koordinat

Pada sistem salib sumbu kartesian dua dimensi, setiap titik secara unik didefinisikan posisinya dengan koordinat berupa absis (X) dan ordinat (Y). Koordinat suatu titik dapat dihitung jika diketahui asimut dan jaraknya dari titik referensi. Asimutnya mungkin diketahui dengan pengukuran sudut, sementara jaraknya mungkin diukur secara langsung di lapangan. Jika titik A diketahui koordinatnya. (Syaifullah, 2008)

Titik B diukur asimut dan jaraknya dari titik A, maka koordinat titik B dapat dihitung,

$$X_B = X_A + D_{AB} \text{Sin} (\alpha_{AB})$$

$$Y_B = Y_A + D_{AB} \text{Cos} (\alpha_{AB})$$

$\alpha_{AB}$  : asimut garis AB

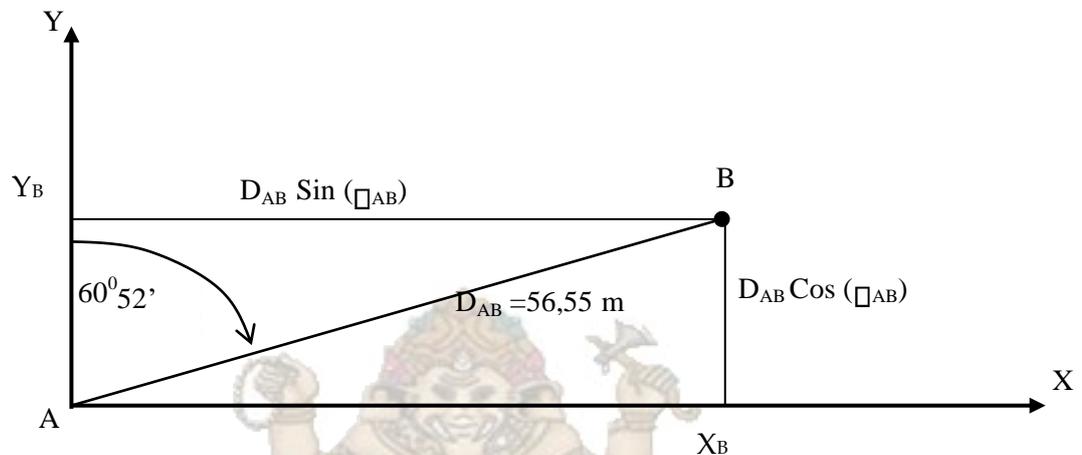
$D_{AB}$  : jarak dari A ke B

$X_B$  : absis titik B

$X_A$  : absis titik A

$Y_B$  : ordinat titik B

$Y_A$ : ordinat titik A



Gambar 2.8 Salib Sumbu Kartesian

(sumber: Syaifullah, 2008)

Contoh ,

Diketahui jarak titik AB 56,55 m, asimut AB =  $60^{\circ}52'$ ,  $X_A=100,34 \text{ m}$  dan

$Y_A= 200,97 \text{ m}$ , maka

$$X_B = X_A + D_{AB} \sin(\angle_{AB}) = 100,34 + 56,55 \sin(60^{\circ}52') = 149,7 \text{ m}$$

$$Y_B = Y_A + D_{AB} \cos(\angle_{AB}) = 200,97 + 56,55 \cos(60^{\circ}52') = 228,5 \text{ m}$$

### 2.1.5 Satuan sudut

$$1 \text{ lingkaran} = 360^{\circ} = 2 \pi \text{ radian} = 400^{\text{g}}$$

$$1 \text{ rad} = 57,2957795^{\circ}$$

$$1 \text{ rad} = 3437,746772'$$

$$1 \text{ rad} = 206264,8026''$$

$$1^{\circ} = 0,0174533 \text{ rad}$$

$$1' = 2,908882 \times 10^{-4} \text{ rad}$$

$$1'' = 4,848137 \times 10^{-6} \text{ rad} = \sin 1'' \text{ rad}$$

## 2.2 Total Station

*Total Station* adalah suatu alat yang berfungsi untuk melakukan pemetaan secara modern dan perencanaan konstruksi bangunan. Total Station beroperasi dengan cara mengukur jarak dan sudut (vertical dan horizontal) secara otomatis. (Sitorus, 2014)

*Total Station* merupakan teodolit yang terintegrasi dengan EDM (*Electronic Distance Meter*) untuk membaca jarak dan kemiringan dari alat ke titik tertentu. Total Station memiliki chip memori yang berfungsi untuk menyimpan data pengukuran sudut dan jarak kemudian dilakukan komputasi lebih lanjut. Fungsi Total Station adalah sebagai berikut:

### 2.2.1 Pengukuran Sudut

Total Station dapat mengukur sudut dengan metode electro-optical scanning melalui piringan atau silinder kaca yang memiliki penunjuk skala yang sangat presisi. Total Station dengan fitur terbaru dapat mengukur sudut dengan nilai ketelitian hingga 0.5 arc-second. Sedangkan jenis Total Station biasa hanya dapat mengukur sudut dengan nilai ketelitian 5 sampai 10 arc-second. (Sitorus, 2014)

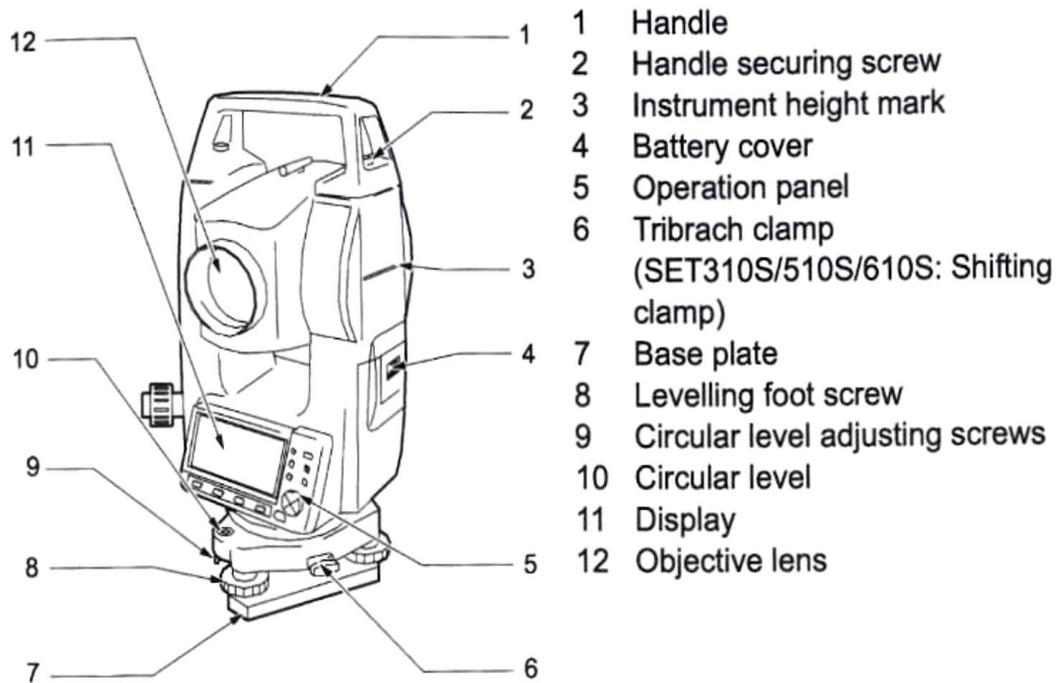
### 2.2.2 Pengukuran Jarak

Fungsi lain dari Total Station adalah mengukur jarak. Pengukuran jarak ini menggunakan teknologi sinar infra merah yang termodulasi, sinyal ini dipancarkan oleh alat pemancar kecil yang berada di dalam instrument optic, lalu akan dipantulkan kembali oleh prisma reflector yang diletakkan di tempat survei. (Sitorus, 2014)

Selanjutnya komputer yang ada di dalam Total Station akan menerjemahkan pola yang terdapat di dalam gelombang sinyal yang dipantulkan. Hasil pengukuran jarak baru bisa diperkirakan setelah beberapa kali pemancaran dan penerimaan frekuensi dari sinar infra merah, setelah itu baru dapat mulai hitung jumlah bulat dari Panjang gelombang ke pada setiap frekuensinya. Total Station dengan fitur terbaru dapat mengukur jarak hingga 10 KM. (Sitorus, 2014)

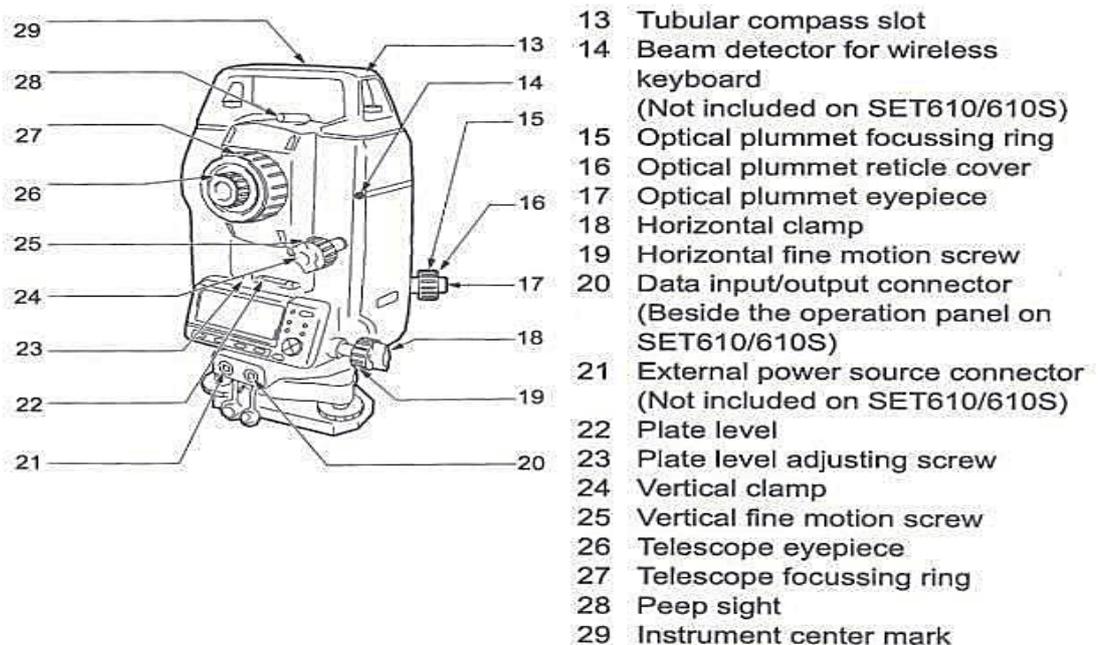
### 2.2.3 Pengukuran Koordinat

Titik koordinat tidak dikenal yang terhubung dengan koordinat jelas (X, Y, Z) dapat diperkirakan letaknya menggunakan Total Station. Sudut dan jarak dapat diukur dari titik Total Station ke titik tempat survei, sedangkan titik koordinat bisa didapat melalui rumus trigonometri dan triangulasi pada titik survei. Beberapa Total Station sudah dilengkapi Global Navigation Satellite System sehingga memudahkan untuk mengetahui titik koordinat. (Sitorus, 2014)



Gambar 2.9 Nama Komponen *Total Station* (Depan)

(Sumber : Sitorus, 2014)



Gambar 2.10 Nama Komponen *Total Station* (Belakang)

(Sumber : Sitorus, 2014)

#### 2.2.4 Pengumpulan dan Pemrosesan Data

Ada beberapa *Total Station* yang sudah dilengkapi dengan penyimpanan data internal untuk menyimpan data hasil pengukuran. Ada juga model lain yang masih membutuhkan penyimpanan atau pencatat data eksternal. (Universitas Pembangunan Jaya, 2014)

Data yang tersimpan kemudian ditransfer ke dalam komputer, lalu software khusus akan otomatis melakukan komputasi/menerjemahkan hasil serta menampilkan peta dari area yang telah disurvei. *Total Station* banyak digunakan untuk pertambangan, biasanya untuk mengukur kedalaman dan jarak tambang dari permukaan dan mulut tambang, serta kedalaman penggalian tambang terbuka. Untuk konstruksi biasanya *Total Station* untuk pengukuran lokasi pembangunan sebelum dilakukannya perataan tanah dan peletakkan pondasi, juga mengukur kemiringan dan kerataan lantai yang diinginkan serta posisi bangunan tertentu terhadap bangunan lainnya. Pemasangan pipa dan kabel juga membutuhkan *Total Station* loh, terutama perpipaan untuk meningkatkan efisiensi pemompaan fluida. (Sitorus, 2014)

Selain pertambangan dan konstruksi, *Total Station* juga sering digunakan oleh para ahli Teknik sipil untuk melakukan survei pemetaan lahan, topografi, bahkan juga bisa untuk jembatan, rumah, bangunan, terowongan, dan lainnya. *Total Station* juga digunakan oleh para arkeolog untuk survei penggalian dan polisi untuk rekonstruksi kecelakaan. Beberapa manfaat dari *Total Station*:

1. Mengurangi kesalahan manusia seperti kesalahan pembacaan dan kesalahan mencatat.
2. Akses mudah ke sistem komputer.

3. Proses yang cepat.
4. Mudah.

### **2.3 GNSS (*Global Navigation Satellite System*)**

*Global Navigation Satellite System (GNSS)* merupakan istilah singkatan dari suatu sistem satelit navigasi yang menyediakan posisi geospasial dalam lingkup global. *GNSS* beroperasi secara penuh sejak Desember 2009. Diawali dengan sistem *Global Positioning System (GPS)* yang merupakan suatu konstelasi yang terdiri tidak kurang dari 24 satelit yang menyediakan informasi koordinat posisi yang akurat secara global. *GPS* menggunakan satelit dan komputer untuk melakukan penghitungan posisi dimanapun di muka bumi ini. Sistem ini dimiliki, dioperasikan dan dikontrol oleh *United States Department of Defenses (DoD)*. *GNSS* dapat dipergunakan secara global dimanapun dan oleh siapapun di muka bumi ini secara gratis. (Wahyono,2019)

Seiring dengan perkembangan Satelit *GPS*, *GLONASS* yang merupakan sistem *GNSS* yang dimiliki oleh Rusia mempunyai cakupan seluruh dunia dengan 18 satelit yang tersedia sejak Desember 2009, dan satelit *GALILEO* milik Eropa juga *COMPASS* milik China sedang dikembangkan. *GLONASS (GLObal'naya NAVigatsionnaya Sputnikovaya Sistema, atau Global Navigation Satellite System)* merupakan sistem navigasi ruang angkasa milik Rusia yang bisa disamakan dengan sistem *GNSS* milik Rusia. Satelit berjumlah 21 pada 3 bidang orbit datar. (Wahyono,2019)

*GNSS* sekarang ini terdiri dari 6 Satelit :

1. NAVSTAR *GPS* (*NAVigation Satellite Timing and Ranging Global Positioning System*) (USA).
2. GLONASS (Rusia) = *Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema*).
3. Galileo (Eropa)
4. Compass (China) / Beidou
5. Quasi-Zenith Sistem Satelit (QZSS)
6. *India Regional Navigation Satellite System* (IRNSS)

NAVSTAR *GPS* atau yang paling sering disebut dengan *GPS* saja merupakan satelit yang dibuat dan dioperasikan Amerika Serikat diluncurkan sejak 22 Februari 1978 untuk kepentingan penentuan posisi dan navigasi. Sampai saat ini terdapat 32 satelit *GPS* yang sehat untuk kepentingan penentuan posisi dan navigasi. (Wahyono,2019)

GLONAS adalah sistem satelit navigasi global kedua setelah *GPS*. Pembangunan satelit GLONASS dimulai pada tahun 2001 dengan peluncuran satelit ke orbitnya oleh pemerintah Rusia. Hingga saat ini terdapat 29 satelit yang aktif, namun hanya terdapat 24 satelit dengan kondisi yang sehat. (Wahyono,2019)

Galileo merupakan satelit yang dibuat oleh negara negara yang tergabung dengan Uni Eropa. Pembangunan satelit GLONASS dilaksanakan oleh Komisi Eropa (*European Commision*) dan ESA (*European Space Agency*). ESA bekerja sama dengan the *Galileo Industries Company GmbH* (sekarang menjadi the *European Satellite Navigation Industries* = ESNI). Jika *GPS* dan GLONASS

tujuan awalnya untuk kepentingan militer, maka Galileo tujuan awalnya memang untuk kepentingan pembangunan ekonomi dunia dan kepentingan sipil. Pada tahun 2013, menurut tahapan pembangunannya sudah bisa beroperasi secara penuh dengan 27 (+3) satelit Galileo beroperasi penuh. (Wahyono,2019)

China pada tahun 2000 memulai mengembangkan satelit untuk keperluan penentuan posisi dan navigasi. Satelit untuk penentuan posisi dan navigasi ini diberi nama COMPAS tetapi jika dalam bahasa China dinamakan Beidou. Terdapat tiga tahap pengembangan satelit Beidou ini :Tahap I (periode 2000 – 2003) pembangunan awal satelit sistem penentuan posisi di dalam negeri China, Tahap II pada tahun 2012 sudah dapat menjangkau seluruh kawasan Asia Pasific, Tahap II pada tahun 2020 sudah bisa menjangkau seluruh dunia. Segmen angkasa sistem COMPASS direncanakan akan terdiri dari lima satelit GEO dan 30 satelit non-GEO. (Wahyono,2019)

*Quasi-Zenith System Satellite (QZSS)* atau dalam bahasa Jepang Jun-Ten-Cho mulai dibangun oleh Pemerintah Jepang pada tahun 2003. QZS akan meningkatkan kinerja *GPS* dalam dua cara, yaitu peningkatan ketersediaan sinyal *GPS*, dan peningkatan performa *GPS* (mencakup akurasi dan keaslian sinyal *GPS*) (Service of QZSS). QZSS terdiri dari 3 (tiga) satelit dan akan memberikan layanan posisi satelit secara regional serta komunikasi dan broadcasting. Setiap satelit akan berada dalam 3 bidang orbit yang berbeda, di mana mempunyai kemiringan 45<sup>o</sup> terhadap Geostationary Orbit (GEO). (Wahyono,2019)

Satelit pertama yang diberi nama Michibiki telah diluncurkan pada tanggal 11 September 2010. Diharapkan QZSS ini akan beroperasi secara penuh pada

tahun 2013. Dalam orbitnya tersebut, satelit QZSS akan melengkapi sistem *GNSS* lainnya yang selama ini digunakan Jepang. Selain itu QZSS akan mencakup wilayah Australia dan daerah Asia. Sistem satelit QZSS diaplikasikan untuk menyediakan layanan berbasis komunikasi (video, audio, dan data), dan informasi posisi. (Quasi-Zenith Satellite System, 2008). (Wahyono,2019)

IRNSS adalah sistem satelit navigasi yang dikembangkan oleh badan antariksa India, India Space Research Organisation (ISRO) yang berada di bawah kontrol pemerintah India. Pemerintah menyetujui proyek pembangunan ini pada bulan Mei 2006, dan dijadwalkan sistem satelit navigasi ini akan selesai dan dapat diimplementasikan pada tahun 2014. Konstelasi IRNSS akan terdiri dari 7 (tujuh) satelit, 3 (tiga) di antaranya di orbit GEO ( $34^\circ$  E,  $83^\circ$  E dan  $131,5^\circ$  E), dan 4 (empat) di GSO dengan kemiringan 29 derajat terhadap bidang ekuator seperti yang ditunjukkan pada gambar 2-3b. Semua satelit akan terus terlihat di wilayah India selama 24 jam setiap hari. Sistem IRNSS akan menyediakan dua jenis layanan, yaitu *Service Standard Positioning* (SPS), dan *Restricted Service for Special User* (layanan terbatas untuk pengguna khusus). Kedua layanan ini akan disediakan pada frekuensi band L5 dan S-band. Aplikasi satelit ini digunakan untuk pemetaan, penentuan posisi dan akurasi cuaca yang lebih baik. (Wahyono,2019)

### 2.3.1 Kelebihan dan Kekurangan Penentuan Posisi dengan Teknologi GNSS

Ada beberapa hal yang membuat metode pengukuran menggunakan *GPS* Geodetic / *GNSS* memiliki kelebihan dibandingkan dengan metode konvensional, diantaranya:

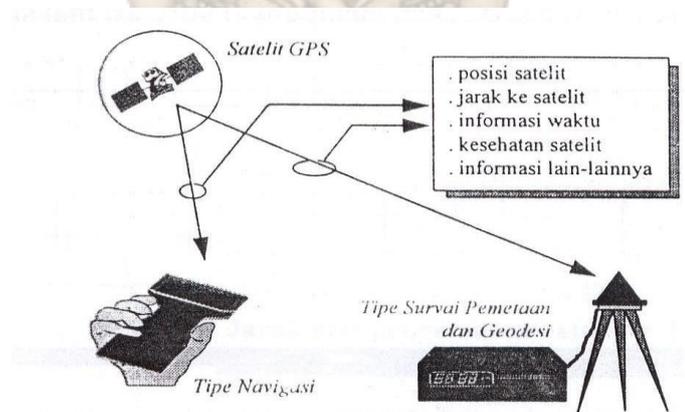
- a. *GNSS* / *GPS* Geodetic dapat digunakan setiap saat tanpa tergantung waktu dan cuaca
- b. Satelit-satelit *GNSS* mempunyai ketinggian orbit yang cukup tinggi yaitu sekitar 20.000 km di atas permukaan bumi serta dengan jumlah yang relatif cukup banyak. Hal ini menjadikan *GNSS* dapat meliputi wilayah yang cukup luas sehingga dapat digunakan oleh banyak orang sekaligus.
- c. Penggunaan *GPS* Geodetic dalam penentuan posisi relatif tidak terlalu terpengaruh dengan kondisi topografis daerah survei dibandingkan dengan penggunaan metode terestris.
- d. Posisi yang ditentukan oleh *GNSS* / *GPS* Geodetic mengacu ke suatu datum global yang relatif teliti dan mudah direalisasikan, yaitu datum WGS 84.
- e. *GNSS* dapat memberikan ketelitian posisi yang spektrumnya cukup luas. Dari yang sangat teliti (orde millimeter) sampai orde meter.
- f. Pemakaian sistem *GNSS* tidak dikenakan biaya.
- g. Lebih efisien dalam waktu, biaya operasional, dan tenaga.
- h. Celah untuk memanipulasi data pada pengukuran *GNSS* lebih sulit dibandingkan menggunakan metode terestris
- i. Relatif mudah dipelajari sekalipun oleh orang awam yang belum pernah menggunakan.

Akan tetapi terdapat keterbatasan dari teknologi *GNSS* tersebut antara lain:

- a. Tidak boleh ada penghalang antara receiver dan satelit
- b. Komponen tinggi yang dihasilkan adalah tinggi dengan acuan ellipsoid
- c. Perlu proses yang relatif tidak mudah untuk menganalisa data

### 2.3.2 Segmen *GNSS*.

Satelit *GNSS* memancarkan sinyal-sinyal, pada prinsipnya untuk “memberi tahu” si pengamat sinyal tersebut tentang posisi satelit yang bersangkutan serta jaraknya dari si pengamat beserta informasi waktunya, seperti yang diilustrasikan pada gambar berikut.



Gambar 2.11 Informasi yang dikandung sinyal *GNSS*

(Sumber: Wahyono,2019)

Segmen – segmen *GNSS* terdiri atas : segmen satelit, segmen Sistem Kontrol Dan Segmen Pengguna.

#### 1. Segmen Satelit :

Satelit-satelit *GNSS* dapat diibaratkan sebagai stasiun radio di luar angkasa dengan antena yang mengirim & menerima sinyal. Sinyal yang dikirim diterima receiver untuk menentukan informasi posisi, kecepatan, maupun waktu. Konstelasi satelit menjadi penting dalam penentuan posisi di muka bumi. (Wahyono,2019)

Satelit *GPS* memancarkan sinyal, pada prinsipnya untuk ‘memberi tahu’ si pengamat sinyal tersebut tentang posisi satelit *GPS* yang bersangkutan serta jaraknya dari pengamat lengkap dengan informasi waktunya. Sinyal *GPS* juga digunakan untuk menginformasikan kesehatan (kelaik-gunaan) satelit pada pengamat. Dengan mengamati satelit dalam jumlah yang cukup, si pengamat dapat menentukan posisinya serta parameterparameter lainnya. (Wahyono,2019)

#### 2. Segmen Sistem Kontrol.

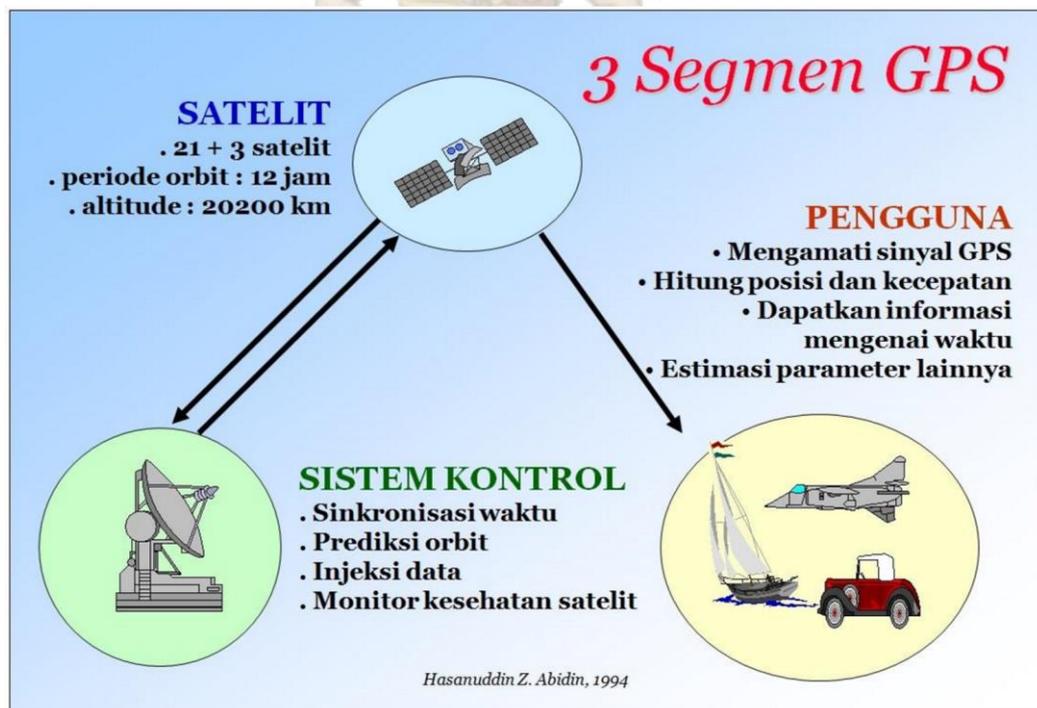
Segmen Sistem Kontrol merupakan stasiun – stasiun yang berada di permukaan bumi yang berfungsi untuk :

- a. *Station keeping*
- b. Memantau status dan kesehatan satelit.
- c. Memantau Panel Matahari satelit, level daya baterai dan propellant level.
- d. Menentukan dan menjaga waktu sistem *GPS* (Sinkronisasi waktu)
- e. Prediksi orbit
- f. Injeksi data

Letak sistem kontrol ini tersebar di penjuru dunia, tergantung kepentingan pembangunan dan Negara yang menyelenggarakan system *GNSS* tersebut. Contoh, *GPS* menempatkan system control di : Ascension (Atlantik Selatan), Diego Garcia (S. Hindia), Kwajalein (Pasifik Utara), Hawaii, Cape Canaveral, & Colorado Springs. (Wahyono,2019)

### 3. Segmen Pengguna

Segmen Pengguna terdiri dari pengguna satelit *GNSS* baik diudara, laut dan udara. Alat penerima signal *GNSS* (Receiver *GNSS*) diperlukan untuk menerima dan memproses sinyal – sinyal dari satelit *GNSS* untuk digunakan penentuan Posisi, kecepatan maupun waktu serta estimasi parameter lainnya. (Wahyono,2019)



Gambar 2.12 *Segmen GPS*

(Sumber : Abidin, 2001)

### 2.3.3 Sinyal dan Data GNSS

Satelit *GNSS* memancarkan sinyal – sinyal ke permukaan bumi. Sinyal ini memuat informasi :

- a. Posisi Satelit yang bersangkutan.
- b. Jarak Satelit tersebut terhadap sipengamat dan informasi waktunya.
- c. Informasi kesehatan satelit.
- d. Informasi pendukung lainnya seperti : parameter untuk perhitungan koreksi jam satelit, parameter model ionosfer satu frekuensi, transformasi waktu *GPS* ke *UTC* dan Konstelasi satelit.

Sinyal *GNSS* sangat kompleks karena :

- a. *GNSS/GPS* didesain sebagai sistem multi pemakai.
- b. *GNSS/GPS* didesain untuk melayani penentuan posisi secara instan (real time).
- c. *GNSS/GPS* didesain untuk keperluan militer dan juga sipil.
- d. *GNSS/GPS* harus tahan terhadap gangguan (jaming).
- e. *GNSS/GPS* didesain untuk penentuan posisi secara teliti.

Pada dasarnya komponen sinyal *GNSS* terdiri atas :

- a. Penginformasi Jarak (code ).
- b. Penginformasi posisi satelit (*Navigation message*)
- c. Gelombang Pembawa (*Carrier Wave*)

Jenis Frekuensi Gelombang yang digunakan oleh GNSS tergantung dari satelitnya. Pada table berikut ini dapat dilihat jenis frekuensi yang digunakan oleh satelit – satelit penentuan posisi. (Wahyono,2019)

Tabel 2.1 Jenis Frekuensi Dan Nilai Frekuensi Satelit GNSS

(Sumber : Hothem, 2012)

Global Navigation Satellite Systems	Frequency	Center Frequency (MHz)	Modulation Mode	Interoperable or Not
GPS	L1 C/A	1575.42	BPSK(1)	
	L1C	1575.42	MBOC(6,1,1/11)	Yes
	L2C	1227.6	BPSK(1)	
	L5C	1176.45	QPSK	Yes
GLONASS	L1OF/L1OCM	1598.06~1604.40	BPSK	
	L2OF/L1OCM	1242.94~1248.63	BPSK	
	L3 OC	1202.025/1207.14	BPSK	
BeiDou	B1-C	1575.42	MBOC(6,1,1/11)	Yes
	B2a	1191.795	AltBOC(15,10)	Yes
	B2b			
GALILEO	E5a	1191.795	AltBOC(15,10)	Yes
	E5b			
	E1	1575.42	MBOC(6,1,1/11)	Yes

UNMAS DENPASAR

Ada 2 kode *Pseudo-Random Noise* (PRN) yang digunakan sebagai penginformasi jarak :

- a. kode-P (*Precise Code* atau *Private Code*)
- b. kode-C/A (*Clear Access Code* atau *Coarse Acquisition Code*).

Kode-kode ini merupakan suatu rangkaian kombinasi bilangan-bilangan 0 dan 1 (kode biner). Setiap satelit *GPS* mempunyai struktur kode yang unik. Hal ini memungkinkan receiver *GPS* untuk mengenali dan membedakan sinyal-sinyal

yang datang dari satelit-satelit yang berbeda. Dengan kode-P ataupun kode C/A, jarak dari pengamat ke satelit dapat ditentukan. Prinsip pengukuran jarak ini adalah dengan membandingkan kode yang diterima dari satelit dengan kode replika yang diformulasikan di dalam receiver. (Wahyono,2019)

Dalam pengukuran jarak antara receiver GNSS dengan Satelit dapat menggunakan metode :

1. Pseudorange

- a. dihitung berdasarkan waktu tempuh sinyal *GPS*
- b. diestimasi menggunakan pengamatan data kode *GPS*, e.g. kode P(Y), kode C/A

2. Jarak Fase

- a. dihitung berdasarkan fase dari sinyal *GPS*
- b. diestimasi menggunakan pengamatan fase dari sinyal *GPS*, e.g. L1, L2

Di samping berisi kode-kode, sinyal satelit juga berisi *navigation message* (pesan navigasi):

- a. koefisien koreksi jam satelit,
- b. parameter orbit,
- c. almanak satelit,
- d. UTC,
- e. parameter koreksi ionosfer,
- f. status konstelasi,
- g. kesehatan satelit, dll.

Pesan ini ditentukan oleh Segmen Sistem Kontrol. Salah satu informasi dalam pesan itu adalah *ephemeris* (orbit) satelit, atau *broadcast ephemeris*. (Wahyono,2019)

Dalam *broadcast ephemeris*, informasi posisi satelit tidak diberikan langsung dalam bentuk koordinat, melainkan dalam bentuk elemen – elemen Keplerian orbit *GPS* untuk menghitung posisi satelit dari waktu ke waktu. (Wahyono,2019)

Data ephemeris *GPS* berisi :

- a. Parameter waktu,
- b. Parameter orbit, dan
- c. Parameter perturbasi satelit.

Dari parameter – parameter *broadcast ephemeris* itu dapat ditentukan koordinat satelit pada setiap epok pengamatan. Sinyal yang berisi almanak satelit yang memberi informasi orbit nominal satelit sangat berguna dalam :

- a. Akuisisi awal (inisiasi) data satelit, dan
- b. Perencanaan waktu pengamatan yang optimal.

Kode-kode dan pesan navigasi dibawa oleh gelombang pembawa (carrier wave) yang menggunakan gelombang L1 dan L2. (Wahyono,2019)

- a. Gelombang L1 membawa kode-kode P (Y) dan C/A beserta pesan navigasi.
- b. Gelombang L2 membawa kode-kode P (Y) beserta pesan navigasi.

Agar data kode dan pesan navigasi dapat dibawa oleh gelombang pembawa, maka gelombang pembawa perlu dimodulasikan dengan keduanya. Dengan kata

lain, gelombang pembawa dimodulasi fase-nya oleh kode dan pesan navigasi. (Wahyono,2019)

Pada awalnya, gelombang L1 & L2 didesain untuk membawa data kode dan pesan navigasi. Tetapi dalam perkembangan berikutnya data fase dari L1 & L2 digunakan untuk menentukan jarak pengamat ke satelit. Pada aplikasi pengukuran yang menuntut ketelitian sangat tinggi (orde mm & cm), data fase harus digunakan. Masalahnya, pada pengukuran fase sinyal bukan merupakan jarak absolut sebagaimana *pseudorange*, tetapi merupakan jarak *ambiguous*. Untuk itu, data fase perlu diubah menjadi data jarak dengan menentukan ambiguitas fasenya. (Wahyono,2019)

Ambiguitas fase (*cycle ambiguity*) adalah jumlah gelombang penuh yang tidak terukur oleh receiver. Padahal untuk merekonstruksi jarak ukuran satelit ke pengamat maka harga ambiguitas fase harus ditentukan lebih dahulu. Ambiguitas fase merupakan bilangan bulat, yang merupakan kelipatan panjang gelombang. (Wahyono,2019)

Setiap data pengamatan fase dari satelit yang berbeda akan mempunyai ambiguitas fase yang berbeda. (Wahyono,2019)

Penentuan ambiguitas fase hanya dapat dilakukan pada pengamatan *double difference* (DD), karena pada pengamatan *one-way* dan *single difference* (SD) sulit untuk dipisahkan dengan efek kesalahan jam satelit dan receiver. Penentuan ambiguitas fase merupakan hal yang sulit, terutama untuk receiver yang bergerak. Dalam penentuan resolusi ambiguitas fase ini, ada 3 hal yang diperhitungkan :

- a. eliminasi kesalahan dan bias data pengamatan;
- b. geometri satelit ; dan
- c. teknik penentuan ambiguitas fase itu sendiri.

Meskipun menggunakan data DD, data fase ini masih mengandung residu kesalahan orbit, bias ionosfer dan troposfer. Besar residu ini akan semakin besar pada pengamatan baseline yang panjang. Sehingga penentuan ambiguitas fase juga akan semakin sulit dengan semakin panjangnya baseline. (Wahyono,2019)

Sinyal akan melalui medium atmosfer. Saat melalui medium-medium ionosfer dan troposfer, sinyal akan mengalami refraksi dan skintilasi, serta pelemahan. Di samping itu, sinyal *GPS* juga dapat dipantulkan oleh benda-benda di sekitar pengamat (multipath). Sehingga dalam propagasinya sinyal akan terbias dan terjadi ‘kesalahan’ (Wahyono,2019)



Gambar 2.13 Perjalanan Sinyal *GNSS/GPS*

(Sumber: Wahyono,2019)

Berbagai kesalahan dan bias yang terjadi dalam perjalanan sinyal untuk sampai ke receiver akan mempengaruhi terhadap hasil pengukuran jarak pada akhirnya akan mempengaruhi ketelitian posisi. (Wahyono,2019)

Sinyal *GNSS/GPS* yang dipancarkan oleh satelit ke permukaan bumi dengan bentuk berkas sinyal (*Signal beam*). Sinyal yang digunakan untuk penentuan posisi dan parameter lainnya berada dalam ruang pancaran utama serta berada di luar ruang bayangan bumi. *GPS* tidak mencakup pada permukaan bumi melainkan juga ruang diatas permukaan bumi. Sehingga *GNSS/GPS* dapat dimanfaatkan juga untuk kepentingan kedirgantaraan. Dengan tinggi orbit yang sangat jauh maka

cakupan sinyal ini menjadi sangat luas, pada akhirnya akan membuat pengamatan antar titik menjadi lebih panjang untuk mendapatkan sinyal satelit yang sama. (Wahyono,2019)

#### 2.3.4 Prinsip dan metode Penentuan Posisi Dengan GNSS.

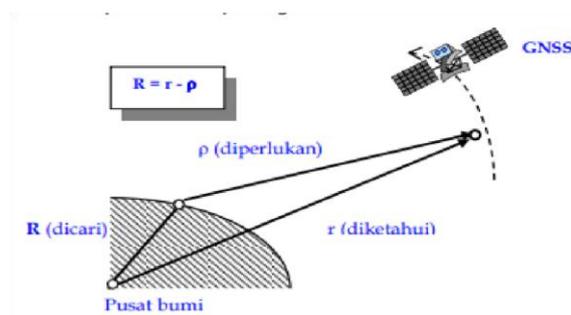
GNSS memberikan kemampuan sebagai berikut :

- a. Posisi yang diberikan adalah posisi 3-D, yaitu (X,Y,Z) atau (L,B,h).
- b. Tinggi yang diberikan oleh GPS adalah tinggi ellipsoid.
- c. Datum dari posisi yang diperoleh adalah WGS (World Geodetic System) 1984 yang menggunakan ellipsoid referensi GRS 1980.
- d. Penentuan posisi dapat dilakukan dengan beberapa metode : *absolute positioning, differential positioning, static surveying, rapid static, pseudokinematic* dan *kinematic positioning*.
- e. Titik yang akan ditentukan posisinya dapat diam maupun bergerak.
- f. Posisi titik dapat ditentukan terhadap pusat massa bumi ataupun terhadap titik lainnya yang telah diketahui koordinatnya.
- g. Spektrum ketelitian posisi yang diberikan berkisar dari sangat teliti (orde : mm) sampai kurang teliti (orde : puluhan meter).

Pada dasarnya informasi yang diperoleh dari penentuan posisi dengan GNSS adalah posisi, kecepatan dan waktu. Disamping produk dasar tersebut, parameter turunan lainnya juga dapat ditentukan dengan teknologi GNSS ini. Parameter Turunan tersebut antara lain : Posisi, Kecepatan, Waktu, Percepatan, Frekuensi, Azimut Geodetik, Attitude Parameter, TEC (*Total Electrone Content*),WVC (*Wall*

*Vapour Content*), Parameter Orientasi Bumi, Tinggi Orthometrik, Undulasi Geoid dan Defleksi Vertikal. (Wahyono,2019)

Konsep dasar penentuan posisi dengan *GNSS* adalah reseksi jarak, yaitu dengan pengukuran jarak secara simultan ke beberapa satelit *GNSS* yang koordinatnya telah diketahui. Secara vektor, prinsip dasar penentuan posisi dengan *GNSS* diperlihatkan pada gambar berikut. (Wahyono,2019)



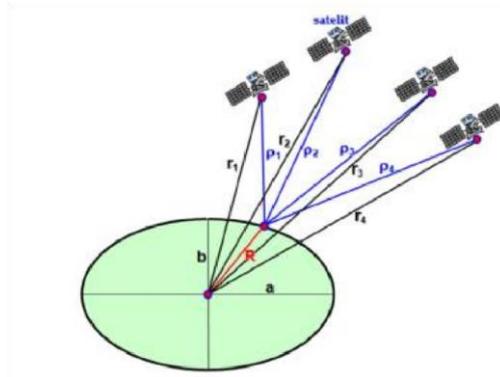
Gambar 2.14 Prinsip dasar penentuan posisi dengan *GNSS* (*pendekatan vektor*)

(Sumber: Wahyono,2019)

UNMAS DENPASAR

Pada pengamatan dengan *GNSS*, yang dapat diukur adalah jarak antara pengamat dengan satelit (bukan vektornya), agar posisi pengamat dapat ditentukan maka dilakukan pengamatan terhadap beberapa satelit sekaligus secara simultan.

Gambar berikut adalah ilustrasi prinsip dasar penentuan posisi dengan GNSS.



Gambar 2.15 Prinsip dasar penentuan posisi dengan GNSS

(Sumber: Wahyono,2019)

## 2.4 Aplikasi AutoCAD

Salah satu cabang dari ilmu komputer grafis adalah *Computer Aided Design* (CAD). Fungsi atau kegunaan dari CAD adalah sebagai alat bantu untuk merancang produk bagi perencana atau perancang dalam waktu yang relatif singkat dengan tingkat keakurasian yang tinggi. CAD biasanya digunakan oleh para perencana untuk menuangkan ide dalam bentuk gambar atau model. Salah satu produk program CAD dikenal dengan *AutoCAD*. *AutoCAD* dikeluarkan oleh *Autodesk Inc.* yaitu sebuah perusahaan perangkat lunak Amerika yang khusus membuat program-program komputer grafis. (Muryono dan Wahyuni, 2019)

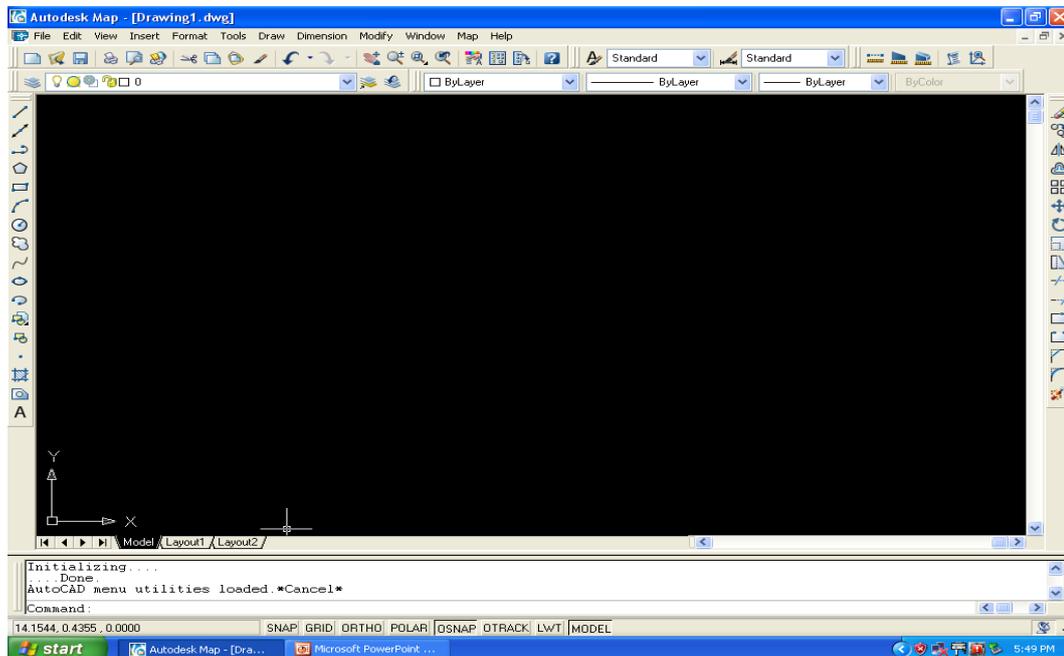
*AutoCAD* adalah singkatan dari *Automatic Computer Aided Design* yang artinya mendesain secara otomatis dengan bantuan komputer. Keunggulan dari *AutoCAD* antara lain :

- a. Melakukan perhitungan yang cepat dengan tingkat akurasi tinggi
- b. Hasil kerja dapat disimpan untuk kemudian dapat dipergunakan lagi
- c. Dapat bekerja bersama-sama dalam lingkup jaringan, dll
- d. Mampu beradaptasi untuk disesuaikan dengan kebutuhan spesifik dari suatu bidang tertentu termasuk dalam bidang pemetaan atau penggambaran peta.

Standar kompetensi yang diharapkan dengan mempelajari modul ini adalah agar taruna mampu menjelaskan *AutoCAD* sebagai salah satu perangkat lunak untuk penggambaran data grafis pada komputer yang selanjutnya bisa menghasilkan peta digital. Dengan mempelajari modul ini, diharapkan taruna akan dapat menjelaskan bagian-bagian dari *AutoCAD* serta mengaplikasikannya untuk pemetaan hasil pengukuran kadastral dari lapangan. (Muryono dan Wahyuni, 2019)

#### **2.4.1 Mengetahui *AutoCAD* dan Bagian-bagiannya**

Jalankan aplikasi *AutoCAD* dengan cara Klik All Program, Pilih Autodesk, dan pilih *AutoCAD*, atau dengan double klik pada icon *AutoCAD* kalau sudah ada dalam shortcut di komputer. (Muryono dan Wahyuni, 2019)



Gambar 2.16 Tampilan Layar *AutoCAD*

(Sumber: Muryono dan Wahyuni, 2019)

UNMAS DENPASAR

Bagian-bagian dari layar *AutoCAD* tersebut adalah :

*Menubar* berisi akses untuk menggunakan perintah-perintah yang tersedia di dalam *AutoCAD*, Berisi akses untuk mengatur setting, menyimpan dan membuka file, help, dsb. (Muryono dan Wahyuni, 2019)

*Toolbar* adalah tombol-tombol fungsi perintah *AutoCAD* yang dapat menyimpan akses cepat untuk menjalankan suatu perintah *AutoCAD*. Seperti

halnya Menubar yang merupakan fasilitas standar aplikasi MS Windows, Toolbar juga demikian. (Muryono dan Wahyuni, 2019)

*Toolbar* di dalam *AutoCAD* pada umumnya menyimpan akses cepat suatu perintah. Selain itu *Toolbar* juga berisikan akses untuk melakukan setting dan fungsi umum lainnya. Jumlah *Toolbar* dalam *AutoCAD* sangat banyak, oleh karena itu *Toolbar* dikelompokkan di dalam grup-grup sesuai dengan fungsi dan jenisnya. Jika tidak sering digunakan atau dibutuhkan, *Toolbar* dapat dihilangkan dari tampilan layar *AutoCAD*, sehingga tidak menyita ruang gambar *AutoCAD*.

*Command Line* adalah baris perintah *AutoCAD*. Bagi user yang lebih menyukai cara pengetikan untuk menggunakan perintah, maka apa yang diketikkan itu akan tampil pada daerah *Command Line*. Semua perintah dan juga setting *AutoCAD* dipastikan dapat dijalankan dengan mengetik nama fungsinya pada *Command Line*. (Muryono dan Wahyuni, 2019)

*Drawing Area* (daerah gambar) adalah daerah kerja *AutoCAD* sebagai tempat untuk menggambar. Daerah gambar ini biasanya berwarna hitam, dimana pada daerah gambar inilah objek-objek gambar akan dibuat, ditampilkan, dan dimodifikasi. (Muryono dan Wahyuni, 2019)

*Snap* berfungsi untuk menunjukkan status dari pointer mouse saat ini. User dapat menentukan posisi koordinat dari objek yang akan dibuat, dipilih, atau dihapus pada daerah gambar. (Muryono dan Wahyuni, 2019)

*UCS (User Coordinate System)*, Icon ini menunjukkan arah sumbu koordinat XYZ. Keberadaan *UCS Icon* berfungsi untuk menentukan arah penggambaran, khususnya dalam penggambaran 3D. (Muryono dan Wahyuni, 2019)

*Status Bar* berisi informasi status dari fungsi-fungsi khusus *AutoCAD*, seperti apakah snap aktif atau tidak, grid aktif atau tidak, dan lain-lain. (Muryono dan Wahyuni, 2019)

Dengan Scroll Bar dapat menggeser tampilan gambar dengan mudah ke arah kiri, kanan, atas, atau bawah. Fungsi Scroll Bar adalah untuk menyederhanakan penggunaan perintah-perintah *AutoCAD* seperti ZOOM dan PAN. Pada dasarnya *AutoCAD* memiliki seperangkat elemen perintah untuk memudahkan pembentukan gambar baik berupa garis, lingkaran, pembentukan kata dan lain-lain. (Muryono dan Wahyuni, 2019)

Sebelum mulai penggambaran dengan aplikasi *AutoCAD*, perlu dilakukan setting terlebih dahulu dengan pengaturan penggambaran sebagai berikut:

#### Setting Drawing Units

- a. Pilih menu Format, pilih Units,
- b. Pada length Type pilih Decimal Leng Precision pilih 3 angka dibelakang koma.
- c. Pada Angle Type pilih Deg/Min/Sec Angle Precision pilih 0d00'00.00"
- d. Klik Clockwise
- e. Pada unit to scale drug and drop content pilih meters
- f. Pada kotak dialog klik direction, akan muncul kotak dialog Direction Control
- g. Pada Base Angle pilih North 270d0' klik OK
- h. Klik OK pada kotak dialog Drawing Units

#### Setting Point Style

- a. Pilih Format, pilih Poin Style,

- b. Klik point/titik yang diinginkan,
- c. Ketik ukuran huruf pada pada Point Size,
- d. Pilih Set Size in absolute units
- e. Klik Oke

#### Setting Text Style

- a. Pilih Format, pilih Text Style,
- b. Pilih tipe huruf yang diinginkan,
- c. Ketik tinggi huruf pada kotak Height, Klik Apply

#### Setting Line Style

- a. Pilih Format, pilih Line Style
- b. Klik Load pada kotak dialog Linetype Manager
- c. Muncul dialog Load or Reload Linetype, blok semua garis pada kotak linetype, dan OK
- d. Klik OK pada kotak dialog Linetype Manager dan pilih sesuai kebutuhan

#### Setting Dimension Style

- a. Pilih Format, arahkan kursor pada Dimension style lalu klik
- b. Klik Modify maka akan muncul Modify Dimension Style : Standart
- c. Klik Line and Arrow, klik pada Dim Line1, Dim Line 2, Ext Line 1, Ext Line 2
- d. Klik Text dan pilih Above pada kotak vertical, pilih centered pada kotak Horizontal, dan pilih Aligned With Demension Line

- e. Klik Primary unit, pilih Decimal pada kotak Unit Format, pilih angka 3 dibelakang koma pada kotak precision
- f. Pada Angular demension, pilih unit format Degrees Minutes Seconds, Pilih Precision 0d00'00.00"
- g. Klik OK pada kotak dialog Modify Demension Style Standart
- h. Klik Close pada kotak dialog Dimension Manager

#### Setting Objek Snap

- a. Pengaturan Objek Snap sangat diperlukan untuk ketelitian dalam penggambaran objek. Objek Snap membantu dalam menempatkan objek dalam penggambaran objek-objek berupa titik, garis, dan lain-lain pada layer kerja
- b. Klik kanan OSNAP pada tampilan utama AutoDesk Map
- c. Klik Setting, akan muncul Drawing Settings
- d. Pada Objek Snap pilih End Point, Center, Node, Interseccion, Perpendicular, Pilih OK (Muryono dan Wahyuni, 2019)

UNMAS DENPASAR

#### **2.4.2 Perintah-Perintah Penggambaran Dalam *AutoCAD***

Dalam *AutoCAD* mempunyai banyak fasilitas untuk penggambaran peta. Pada bahasan ini akan dibahas hanya beberapa perintah yang sering digunakan saja dan merupakan perintah-perintah wajib yang perlu dipahami dalam proses penggambaran. Akses perintah sebagian besar melalui icon yang tersedia pada fasilitas toolbar. (Muryono dan Wahyuni, 2019)

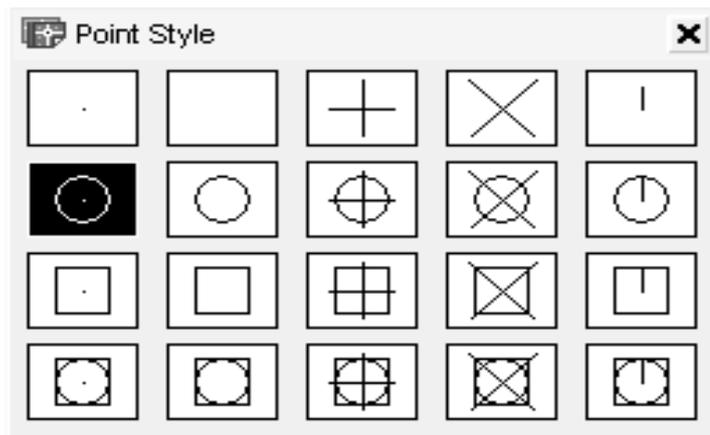
Menggambar Garis (LINE / POLYLINE), Line merupakan garis yang terdiri dari beberapa entitas yang satu dengan lainnya terpisah meskipun dalam satu kesatuan. Sedangkan polyline merupakan garis dengan satu entitas dimana garis yang terhubung merupakan satu kesatuan. (Muryono dan Wahyuni, 2019)

Langkah-langkah menggambar suatu garis dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

- a. Klik kiri ikon dengan gambar garis lurus pada drawing tools,
- b. Klik kiri pada layar kerja pada tempat akan menggambar,
- c. Apabila garis sudah terbentuk, klik kiri lagi untuk mengakhiri.
- d. Penggambaran garis berbentuk polyline dapat dilakukan dengan cara yang sama tetapi dengan icon polyline.

Menggambar Titik (POINT) Langkah-langkah menggambar titik dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

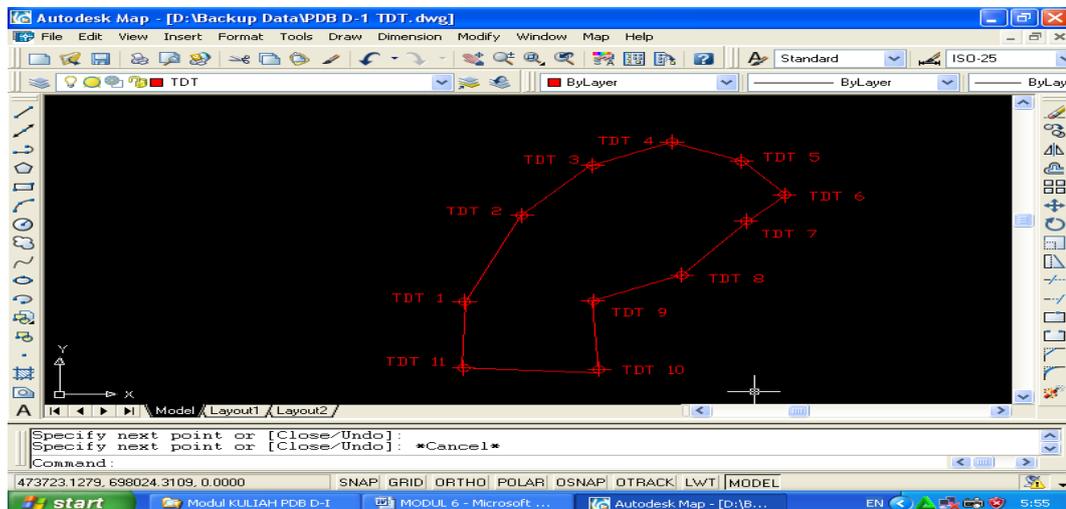
- a. Caranya sama dengan cara diatas dengan meng-klik kiri ikon yang bergambar point
- b. Klik kiri lagi pada layar kerja dimana point tersebut akan digambar
- c. Tekan ESC untuk keluar dari perintah point.



Gambar 2.17 Jenis-jenis Point pada Penggambaran dengan *AutoCAD*

(Sumber: Muryono dan Wahyuni, 2019)

Perintah PO singkatan dari kata POINT, yang artinya diminta *AutoCAD* untuk menggambar titik dengan koordinat tertentu. Untuk menampilkan plotting TDT tersebut dilakukan dengan menggunakan perintah : Z...enter....E...enter. Perintah Z artinya Zoom, dan E artinya Extend. Hasil dari plotting TDT tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.18 berikut ini. (Muryono dan Wahyuni, 2019)



Gambar 2.18 Hasil Menghubungkan Garis Antar TDT  
(Sumber: Muryono dan Wahyuni, 2019)