

LAMPIRAN-LAMPIRAN





**Lampiran 1**  
**Surat-surat Ijin Penelitian**

a. Surat Ijin Penelitian



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO**  
**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN**  
Jl. Budi Utomo No. 10 Ponorogo 63471 Jawa Timur Indonesia  
Telepon (0352) 481124, Faksimile (0352) 461796, email: akademik@umpo.ac.id website : www.umpo.ac.id  
Akreditasi Institusi B oleh BAN-PT  
(SK Nomor 77/SK/BAN-PT/Ak-PPJ/PT/IV/2020)

Nomor : 267/IV.3/PN/2022

16 Dzulhijjah 1443 H

Hal : Ijin Penelitian

15 Juli 2022 M

Yth. Ketua UKM MAHIPA UMPO

di-

Tempat

*Assalamu'alaikum wr. wb.*

Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP) Universitas Muhammadiyah Ponorogo,  
menerangkan :

Nama : Wiwik Sulistyawati  
NIM : 18321970  
Angkatan : 2018  
Prodi : Pendidikan Matematika

Dalam rangka menyusun Skripsi yang berjudul :

*"Pengembangan Pedoman Akurasi Pemetaan Gua Grade 3C BCRA dengan Penerapan Fungsi Trigonometri dan Koordinat Kartesius"*

Yang bersangkutan memerlukan data-data yang berhubungan dengan judul tersebut, untuk itu kami mohon kesediaannya memberikan ijin kepada yang bersangkutan untuk melakukan penelitian di UKM MAHIPA UMPO.

Demikian surat ijin ini disampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya kami mengucapkan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*



Dr. Ardhana Januar Mahardhani, M.KP  
NIK.19870123 201709 12

**b. Surat Keterangan Penelitian**



*Bismillahirrahmanirrahim*

**SURAT KETERANGAN**

Nomor : 57/B/PM-KU/UMP/VII/2022

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : LUKY DWI RIZASENA  
NIA : AB.18.174  
Jabatan : Ketua Umum UKM Mahipa UMPO

Menerangkan dengan sesungguhnya bahwa :

Nama : WIWIK SULISTYAWATI  
NIM : 18321970  
Mahasiswa : Universitas Muhammadiyah Ponorogo

Saudara tersebut di atas telah melaksanakan tugas penelitian dengan judul **“Pengembangan Pedoman Akurasi Pemetaan Gua *Grade* 3C BCRA dengan Penerapan Fungsi Trigonometri dan Koordinat Kartesius”** di UKM Mahipa Universitas Muhammadiyah Ponorogo.

Demikian surat keterangan ini dibuat kepada yang berkepentingan agar menjadikan periksa dan digunakan sebaik-baiknya.

Ponorogo, 17 Juli 2022

Ketua Umum

Mahasiswa Islam Pecinta Alam

**LUKY DWI RIZASENA**  
NIA AB.18.174

Lampiran 2.

Mengumpulkan Informasi Berdasarkan BCRA (British Cave Research Assosiation)



### BCRA Survey Grades

*As revised for inclusion in the new edition of Cave Surveying, July 2002*

#### **Grade 1**

Sketch of low accuracy where no measurements have been made

Grade 2 (use only if necessary, see note 7) May be used, if necessary, to describe a sketch that is intermediate in accuracy between Grade 1 & 3

#### **Grade 3**

A rough magnetic survey. Horizontal & vertical angles measured to  $\pm 2.50$ ; distances measured to  $\pm 50$  cm; station position error less than 50cm.

Grade 4 (use only if necessary, see note 7) May be used, if necessary, to describe a survey that fails to attain all the requirements of Grade 5 but is more accurate than a Grade 3 survey.

#### **Grade 5**

A Magnetic survey. Horizontal and vertical angles measured to  $\pm 1^\circ$ ; distances should be observed and recorded to the nearest centimetre and station positions identified to less than 10cm.

#### **Grade 6**

A magnetic survey that is more accurate than grade 5, (see note 5).

#### **Grade X**

A survey that is based primarily on the use of a theodolite or total station instead of a compass, (see notes 6 and 10 below).

**Table 1. BCRA gradings for a cave line survey**

#### **Notes**

1. The above table is a summary and is intended only as an aide memoire; the definitions of the survey grades given above must be read in conjunction with these notes.
2. In all cases it is necessary to follow the spirit of the definition and not just the letter.
3. To attain Grade 3 it is necessary to use a clinometer in passages having appreciable slope.
4. To attain Grade 5 it is essential for instruments to be properly calibrated, and all measurements must be taken from a point within a 10cm diameter sphere centred on the survey station.
5. A Grade 6 survey requires the compass to be used at the limit of possible accuracy, i.e. accurate to  $\pm 0.50$ ; clinometer readings must be to the same accuracy. Station position error must be less than  $\pm 2.5$  cm, which will require the use of tripods at all stations or other fixed station markers ('roofhooks').
6. A Grade X survey must include on the drawing notes descriptions of the instruments and techniques used, together with an estimate of the probable accuracy of the survey compared with Grade 3, 5 or 6 surveys.
7. Grades 2 and 4 are for use only when, at some stage of the survey, physical conditions have prevented the survey from attaining all the requirements for the next higher grade and it is not practical to re-survey.
8. Caving organisations etc, are encouraged to reproduce Table 1 and Table 2 in their own publications; permission is not required from BCRA to do so, but the tables must not be reprinted without these notes.

9. Grade X is only potentially more accurate than Grade 6. It should never be forgotten that the theodolite/Total Station is a complex precision instrument that requires considerable training and regular practice if serious errors are not to be made through its use!
10. In drawing up, the survey co-ordinates must be calculated and not hand-drawn with scale rule and protractor to obtain Grade 5

**Class A**

All passage details based on memory.

**Class B**

Passage details estimated and recorded in the cave.

**Class C**

Measurements of detail made at survey stations only.

**Class D**

Measurements of detail made at survey stations and wherever else needed to show significant changes in passage dimensions.

**Table 2. BCRA gradings for recording cave passage detail**

**Notes:**

1. The accuracy of the detail should be similar to the accuracy of the line.
2. Normally only one of the following combinations of the survey grades should be used:  
1A, 3B, or 3C, 5C, or 5D, 6D, XA, XB, XC, or XD.



### Tingkatan Survei BCRA

Sebagaimana direvisi untuk dimasukkan dalam edisi baru "Cave Surveying", Juli 2002

<p><b>Grade 1</b> Sketsa akurasi rendah dimana tidak ada pengukuran yang dilakukan.</p> <p><b>Grade 2</b> (digunakan hanya jika perlu, lihat catatan 7) dapat digunakan, jika perlu, untuk menggambarkan sketsa yang akurasinya menengah antara 1 &amp; 3.</p> <p><b>Grade 3</b> Sebuah survei magnetik kasar. Sudut horizontal &amp; vertikal diukur hingga <math>\pm 2,5^\circ</math>, jarak diukur hingga +50 cm; kesalahan posisi stasiun kurang dari 50 cm.</p> <p><b>Grade 4</b> (digunakan hanya jika perlu, lihat catatan 7) dapat digunakan, jika perlu, untuk menggambarkan pada survei yang gagal memenuhi semua persyaratan grade 5 tetapi lebih akurat daripada survei grade 3.</p> <p><b>Grade 5</b> Survei magnetik. Sudut horizontal dan vertikal diukur hingga <math>\pm 1^\circ</math>, jarak harus diamati dan dicatat ke centimeter terdekat dan posisi stasiun diidentifikasi kurang dari 10 cm.</p> <p><b>Grade 6</b> Survei magnetik yang lebih akurat daripada grade 5. (lihat catatan 5).</p> <p><b>Grade X</b> Sebuah survei yang terutama didasarkan pada penggunaan theodolite atau total station daripada kompas. (lihat catatan 6 dan 10 di bawah).</p>
---

Tabel 1. Tingkatan BCRA untuk Survei Gua

#### Catatan

1. Tabel diatas adalah ringkasan dan dimaksudkan hanya sebagai bantuan untuk mengingat, definisi *grade* survei diatas harus dibaca sebagai suatu kesatuan dengan catatan-catatan dibawah ini.
2. Yang harus selalu dilakukan adalah mengikuti apa yang menjadi gagasan utama dari definisi grade di atas, bukannya hanya terpancang pada angka-angkanya saja.
3. Untuk mencapai grade 3, klinometer perlu digunakan pada lorong yang memiliki kemiringan cukup besar.
4. Untuk mencapai grade 5, sangat penting untuk melakukan kalibrasi secara benar terhadap peralatan survei, dan semua pengukuran harus dilakukan dari suatu titik yang berada dalam radius 10 cm dari stasiun survei.
5. Survei grade 6 menuntut penggunaan kompas hingga batas akurasi tertinggi yang dapat dicapai, misalnya akurasi hingga  $\pm 0,50$ , bacaan klinometer harus memiliki akurasi yang sama. Kesalahan posisi stasiun harus kurang dari  $\pm 2,5$  cm, untuk itu penggunaan tripod dan marker tetap (roofhooks) akan diperlukan pada tiap stasiun.
6. Pada peta grade X harus dicantumkan keterangan tentang jenis alat dan teknik yang dipergunakan, juga perkiraan akurasinya bila dibandingkan dengan survei grade 3, 5, atau 6.
7. Grade 2 dan 4 hanya dipergunakan pada suatu bagian gua yang kondisinya begitu berat sehingga tidak memungkinkan bagi surveyor untuk melanjutkan survei dengan grade yang lebih tinggi, dan untuk mengulang survei dimasa depan dianggap sebagai tindakan yang tidak praktis.



8. Organisasi-organisasi penelusur gua, dan pihak-pihak lain, dianjurkan untuk mencantumkan tingkatan akurasi dan klasifikasi pencatatan detail lorong gua dalam publikasi mereka. Untuk mengutip standar tingkatan-tingkatan ini tidak diperlukan izin dari BCRA tetapi kedua tabel tersebut tidak boleh diperbanyak bila tanpa disertai oleh catatan-catatan ini.
9. Grade X hanyalah merupakan grade yang memiliki potensi untuk lebih akurat daripada grade 6.
10. Dalam tahap penggambaran untuk mencapai grade 5 koordinat peta harus dihitung, tidak sekedar digambar menggunakan tangan dengan bantuan penggaris dan busur.

**Class A**

Semua detail lorong berdasarkan ingatan.

**Class B**

Detail lorong diperkirakan dan dicatat didalam gua.

**Class C**

Pengukuran detail lorong dilakukan saat survei stasiun saja.

**Class D**

Pengukuran detail lorong dilakukan di stasiun survei dan dimana pun diperlukan untuk menunjukkan perubahan signifikan dimensi lorong.

**Tabel 2. Tingkatan BCRA untuk merekam Detail Lorong Gua**

**Catatan:**

1. Keakuratan detail lorong harus serupa dengan keakuratan garis.
2. Biasanya hanya satu dari kombinasi grade survei berikut yang harus digunakan: 1A, 3B, atau 3C, 5C, atau 5D, 6D, XA, XB, XC, atau XD.



**Lampiran 3. PENGEMBANGAN PRODUK**



**a. Hasil Pengembangan Desain Pedoman**  
(sebelum direvisi)



# P

emetaan gua adalah suatu usaha untuk menampilkan gambaran perspektif gua yang diproyeksikan keatas bidang datar yang bersifat selektif dan dapat dipertanggungjawabkan secara visual dan matematis dengan menggunakan skala tertentu yang lebih kecil dari medan sebenarnya. Suatu peta gua yang lengkap terdiri dari tiga gambar yang masing – masing mewakili arah pandang tertentu. Peta tampak atas atau *plan section* menggambarkan arah dan bentuk lorong gua saat dilihat tepat dari arah atas. Peta tampak samping atau *extended* menunjukkan arah dan bentuk lorong bila dilihat dari samping, serta penampang lorong atau *cross section*.

Dalam pemetaan gua dikenal dengan adanya tingkat akurasi atau sering disebut *grade* pemetaan gua. Secara spesifik BCRA (*British Cave Research Assosiation*) membagi *grade* pemetaan gua menjadi tujuh tingkatan mulai dari *grade 1* sampai *grade 6* dan *grade X* berdasarkan keakuratan peralatan yang digunakan oleh petugas pada saat pengambilan data. Selain berdasarkan tujuh tingkatan tersebut *grade* pemetaan gua juga diikuti dengan sistem klasifikasi, mulai dari kelas A yang paling sederhana hingga kelas D yang paling akurat. Sistem klasifikasi ini berdasarkan tingkat akurasi data detail lorong gua yang dipetakan. Penulisan tingkatan *grade* pemetaan gua secara lengkap diikuti dengan klasifikasi atau kelas akurasinya. Misalkan surveyor melakukan pemetaan gua dengan tingkatan *grade 3* dengan klasifikasi akurasi C maka ditulis dengan *grade* pemetaan 3C.

Pemetaan gua *grade 3C* dilakukan dengan survey magnetik kasar, sudut horizontal dan vertikal diukur dengan akurasi hingga  $\pm 2,5^\circ$ , jarak diukur dengan akurasi hingga  $\pm 50$  sentimeter dan kesalahan posisi stasiun kurang dari 50 centimeter dengan detail lorong diukur hanya di titik-titik stasiun survey. Sederhananya pemetaan gua dengan *grade 3C* ini harus menggunakan alat pengukur arah yaitu kompas dan alat pengukur kemiringan yaitu klinometer atau sejenisnya dengan akurasi  $\pm 2,5^\circ$  dengan panjang lorong (*centerline*) maksimal 30 meter dan dilakukan pengukuran detail lorong gua disetiap titik stasiun survey. Detail lorong gua tersebut adalah jarak atap gua, jarak lantai gua, jarak dinding kanan dan dinding kiri gua diukur dari titik stasiun survey.

Lorong gua dengan tinggi dan lorong gua yang bervariasi seringkali menyulitkan surveyor dalam melakukan perekaman atau pengukuran detail lorong gua, terutama untuk mengukur tinggi atap gua yang tidak dapat dijangkau dengan tangan surveyor. Sehingga klasifikasi akurasi pemetaan gua hanya sampai pada kelas B, yaitu surveyor hanya memperkirakan atau menaksir detail lorong gua dan mencatatnya saat masih berada dititik stasiun survey.

Dengan kemampuan menaksir jarak yang berbeda-beda antar surveyor tentu akan mengurangi tingkat akurasi peta gua jika dibandingkan dengan keadaan sesungguhnya. Namun dengan pendekatan matematis yaitu teori-teori dalam trigonometri dan koordinat kartesius kendala-kendala pengukuran detail lorong gua tersebut dapat diatasi dan surveyor bisa memetakan gua dengan klasifikasi akurasi C atau bahkan hingga klasifikasi D.

### **A. Tahap Pengumpulan Data**

Tahap ini adalah tahapan awal dalam pemetaan gua. Pengumpulan data pada pemetaan gua *grade* 3C dilakukan didalam gua dengan mengukur semua detail lorong di setiap titik stasiun survey, sehingga surveyor tidak diperbolehkan untuk memperkirakan atau menaksir detail lorong gua. Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam tahap pengumpulan data pemetaan gua *grade* 3C adalah sebagai berikut :

#### **1. Pembagian Tugas**

Pemetaan gua dilakukan oleh tim dengan minimal anggotanya berjumlah tiga orang. Tiap orang memiliki tugas dan peran sesuai kemampuannya masing-masing. Pembagian peran anggota tim survey adalah sebagai berikut :

##### *a. Shooter*

Tugas seorang *shooter* adalah membidik sasaran dan membaca instrumen-instrumen pengukuran, kemudian menyampaikan hasil pembacaan kepada *descriptor*. *Shooter* harus memiliki pengetahuan tentang standar *grade-grade* pemetaan yang ingin dicapai oleh tim, dengan demikian *shooter* diharapkan dapat membaca alat-alat ukurnya hingga ke satuan-satuan yang disyaratkan untuk memenuhi *grade* yang diharapkan.

### b. *Stationer*

Anggota tim yang bertugas sebagai sasaran bidik bagi *shooter* disebut sebagai *stationer*. Seorang *stationer* juga bertugas menentukan tempat – tempat yang dijadikan sebagai titik stasiun. Oleh karena itu *stationer* harus mengetahui syarat – syarat tempat yang dapat atau harus dijadikan sebagai titik stasiun. Idealnya seorang *stationer* memiliki tinggi badan yang sama dengan tinggi badan *shooter*.

### c. *Descriptor*

Semua hasil pengukuran yang disampaikan oleh *stationer* dicatat di buku catatan. Yang bertugas mencatat hasil pengukuran disebut *descriptor*. Selain mencatat hasil pengukuran *descriptor* juga memiliki tugas merekam detil lorong gua berupa sketsa tampak atas lorong (berdasar pembacaan kompas dan jarak dinding kiri dan kanan), sketsa tampak samping lorong, dan *cross section* (penampang) lorong.

## 2. Stasiun Survey

Stasiun survey adalah suatu titik pada lorong gua yang dapat mewakili penampakan keadaan keseluruhan lorong gua. Seluruh data yang dibutuhkan untuk menggambar peta gua direkam pada tiap stasiun survey. Data yang dimaksud adalah panjang lorong gua, arah lorong gua, kemiringan gua, lebar lorong gua dan tinggi lorong gua. Penentuan stasiun survey merupakan salah satu faktor keakuratan peta gua. Oleh karena itu dalam pemilihan stasiun survey harus memperhatikan beberapa faktor, yaitu :

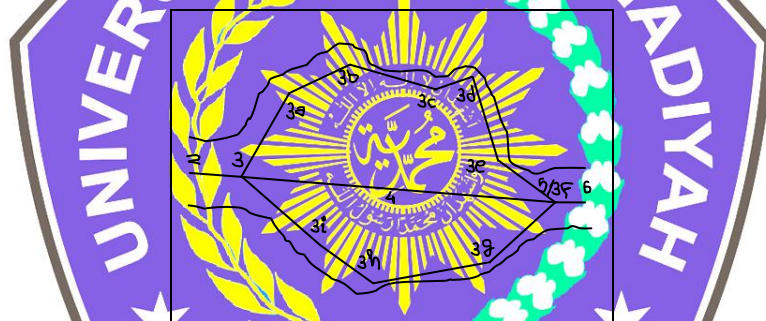
- a. Perubahan arah lorong gua
- b. Perubahan bentuk lorong gua yang terlihat secara signifikan
- c. Perubahan sudut elevasi atau kemiringan gua yang terlihat secara signifikan, misalnya pitch atau slope
- d. Jarak antar stasiun survey tidak lebih dari 30 meter. Hal ini berkaitan dengan toleransi kesalahan pada grade 3, yaitu tidak lebih dari 50 centimeter. Semakin jauh jarak antara dua stasiun survey maka semakin besar pula kemungkinan kesalahan posisi stasiun yang disebabkan oleh kesalahan pengukuran sudut arah lorong gua.
- e. Adanya temuan-temuan penting yang perlu ditampakkan pada peta gua, misalnya ornament khusus atau adanya biota gua tertentu.

## 3. Pengukuran pada *chamber*

*Chamber* atau aula gua adalah penyebutan untuk bagian lorong gua yang memiliki lebar sangat signifikan jika dibandingkan dengan lorong utama gua. Ukuran *chamber* yang sangat luas seringkali mempersulit surveyor untuk melakukan pengukuran. Karena itu untuk mendapatkan data-data pengukuran yang akurat dan juga mempermudah kinerja surveyor maka diperlukan teknik khusus dalam melakukan pengukuran *chamber*. Adapun cara-cara yang dapat dilakukan adalah :

a. Poligon tertutup

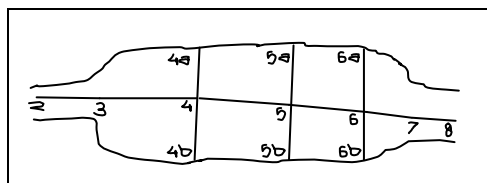
Disebut poligon tertutup karena titik-titik stasiun membentuk sebuah poligon yang tertutup disemua sis-sisinya. Teknik ini digunakan ketika *chamber* yang ingin dipetakan memiliki diameter lebih dari 60 meter. Hal ini dikarenakan jarak maksimal yang diperbolehkan antara dua titik stasiun pada *grade* 3 BCRA sejauh 30 meter. Contoh penentuan titik-titik stasiun pada *chamber* digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1 pemetaan *chamber* dengan metode poligon tertutup

b. Metode *offset*

Metode *offset* disebut juga metode tulang ikan karena bentuknya yang menyerupai tulang ikan. Metode ini digunakan untuk *chamber* yang memiliki dimensi memanjang. Pengambilan data menggunakan metode ini hampir sama dengan pengambilan data pada lorong biasa, hanya saja ditambahkan dua substasiun di dinding kanan dan kiri stasiun.



Gambar 2 pemetaan *chamber* dengan metode *offset*

### c. Poligon terbuka

Pengambilan data pada *chamber* dengan teknik poligon terbuka digunakan untuk *chamber* yang memiliki diameter kurang dari atau sama dengan 60 meter sesuai standar *grade 3 BCRA*. Berbeda dengan poligon tertutup yang *shooter* dan *stationer* bersama-sama menyusuri dinding tepi *chamber*, pada poligon terbuka *stationer* langsung menuju ke tengah-tengah *chamber* untuk dibidik oleh *stationer*. Setelah pengambilan data pada titik stasiun tersebut selesai *shooter* membidik seluruh titik stasiun dinding tepi *chamber* dari posisi *stationer*, yaitu di tengah-tengah *chamber*.



Gambar 3 pemetaan chamber dengan metode poligon terbuka

## 4. Pengukuran pada *Pitch* dalam

*Pitch* adalah lorong vertikal pada gua yang hanya bisa dilewati dengan alat bantu dan teknik khusus. Untuk *pitch* yang memiliki kedalaman kurang dari atau sama dengan 30 meter tentu masih bisa diukur menggunakan pita ukur atau (*tape meter*). Namun untuk kedalaman diatas 30 meter harus menggunakan teknik tersendiri untuk melakukan pengukuran agar diperoleh data yang akurat. Ada 3 (tiga) cara yang dapat dilakukan, yaitu :

### a. Mengukur tali

Mengukur tali yang digunakan untuk menuruni lintasan vertikal adalah cara termudah untuk mengukur kedalaman *pitch*. Namun metode ini sangat jauh dari akurat karena adanya kemuluran tali ketika digantung pada lintasan, semakin tinggi tali digantung maka semakin tinggi juga selisih panjang tali dari keadaan normal tanpa digantung.

### b. Pengukuran dengan topofil

Mengukur kedalaman *pitch* dengan topofil relatif mudah dan akurat. Prinsip kerja topofil berdasarkan putaran roda odometer yang berputar sesuai dengan panjang benang yang ditarik, sehingga



berapapun kedalaman *pitch* yang hendak diukur tidak mempengaruhi keakuratan jarak selama panjang benang mencukupi.

c. Metode triangulasi

Seperti konsep yang dipakai dalam pengukuran tinggi atap gua, dengan memanfaatkan klinometer dapat diperoleh sudut dari titik tertentu ke arah bibir luweng (*entrance*). Dari jarak antara *shooter* dan *stasioner* yang berada tepat dijatuhnya tali, tinggi lintasan dapat dihitung dengan menggunakan rumus trigonometri.

**Kasus pertama**



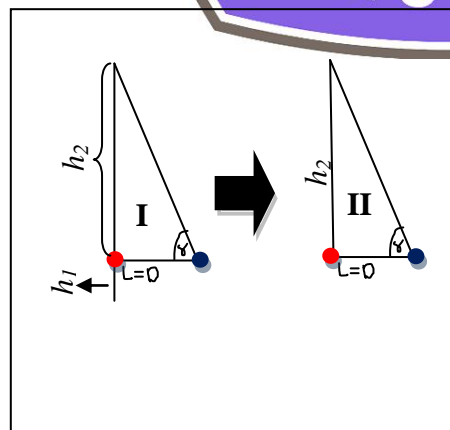
Gambar 4(a) pengukuran tinggi luweng dengan elevasi antara *shooter* dan *stasioner* bernilai  $0^\circ$  (posisi *shooter* sejajar *stasioner*)

**Penjelasan:**

Misalkan : Tinggi stasion =  $h_1$

Tinggi dari titik stasion ke *entrance* =  $h_2$

Tinggi *pitch* = tinggi stasion + tinggi dari titik stasion ke *entrance* =  $h_1 + h_2$



Dari gambar I diperoleh bahwa tinggi dari titik stasion ke *entrance* adalah  $h_2$ . Dari pengukuran telah diperoleh jarak datar  $L = D$  karena posisi antara *shooter* dan *stasioner* sejajar (sudut kemiringan  $0^\circ$ ). Dan telah didapat juga nilai  $\gamma$  dari hasil pengukuran sehingga dapat

dihitung nilai  $h_2$  dengan rumus tangen, yaitu  $\tan \gamma = \frac{h_2}{L}$  kemudian diperoleh  $h_2 = L \times \tan \gamma$ .

$$\begin{aligned} \text{sehingga tinggi } pitch &= h_1 + h_2 \\ &= h_1 + L \times \tan \gamma \end{aligned}$$

### Kasus kedua

#### **Keterangan :**

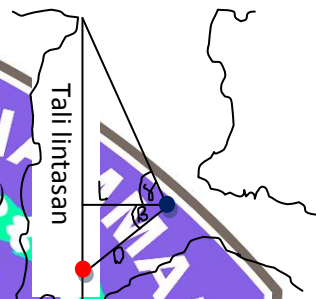
● : stasioner    ● : shooter

$L$  : jarak datar

$\varnothing$  : jarak ukur tape meter

$\gamma$  : sudut elevasi dari shooter ke titik stasiun di bibir luweng (entrance)

$\beta$  : sudut elevasi dari shooter ke titik stasiun tepat di jatuh tali



Gambar 4(b) pengukuran tinggi luweng dengan elevasi antara shooter dan stasioner bernilai negatif (posisi shooter lebih tinggi dari stasioner)

#### **Penjelasan:**

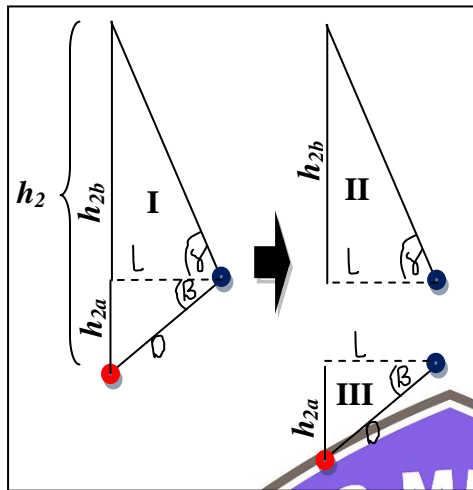
Misalkan : tinggi stasiun =  $h_1$

Tinggi dari titik stasiun ke entrance =  $h_2$

Jarak dari titik stasiun ke garis imajiner jarak datar antara shooter dan stasioner =  $h_{2a}$

Jarak dari garis imajiner jarak datar antara shooter dan stasioner ke entrance =  $h_{2b}$

Tinggi *pitch* = tinggi stasiun + tinggi dari titik stasiun ke entrance  
 $= h_1 + h_2$



Dari gambar I diperoleh

$$h_2 = h_{2b} + h_{2a}$$

Dan dari pengukuran diperoleh nilai  $D$  dan  $\beta$ . Dengan rumus cosinus dapat diperoleh jarak datar antara *shooter* dan *stasioner*, dimisalkan  $L$  yaitu :  $\cos \beta = \frac{L}{D}$  sehingga  $L = D \cos \beta$ .

Setelah nilai  $L$  didapat maka nilai  $h_{2a}$  dan  $h_{2b}$  dapat ditentukan.

Dari gambar II diperoleh :

$$\tan \gamma = \frac{h_{2b}}{L}$$

$$h_{2b} = L \times \tan \gamma \dots \dots (*)$$

Dari gambar III diperoleh :

$$\tan (-\beta) = \frac{h_{2a}}{L}$$

$$h_{2a} = L \times \tan (-\beta) \dots \dots (\text{bernilai negatif karena } \beta \text{ bergerak pada kuadran II})$$

Haruslah  $h_{2a}$  bernilai positif, maka nilai  $h_{2a}$  dikalikan dengan  $(-1)$  untuk merubah tanda sehingga nilai  $h_{2a} = (-1) \times (L \times \tan (-\beta)) = - (L \times \tan (-\beta)) \dots \dots (**)$

Dari (\*) dan (\*\*) diperoleh :

$$h_2 = h_{2b} + h_{2a} = (L \times \tan \gamma) + (- (L \times \tan (-\beta))) = (L \times \tan \gamma) - (L \times \tan (-\beta))$$

sehingga tinggi *pitch* pada saat  $\beta$  bernilai negatif

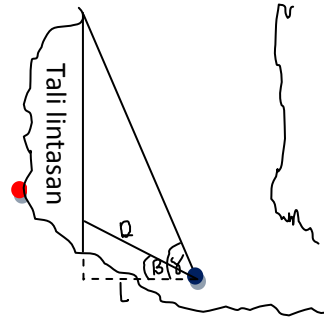
$$= h_1 + h_2$$

$$= h_1 + ((L \times \tan \gamma) - (L \times \tan (-\beta)))$$

### Kasus ketiga

#### Keterangan :

- : stasioner    ● : shooter
- L : jarak datar
- D : jarak ukur tape meter
- $\gamma$  : sudut elevasi dari shooter ke titik stasiun dibibir luweng
- $\beta$  : sudut elevasi dari shooter ke titik stasiun tepat di jatuh tali



Gambar 4(c) pengukuran tinggi luweng dengan elevasi antara shooter dan stasioner bernilai positif (posisi shooter lebih rendah dari stasioner)

#### Penjelasan :

Misalkan :

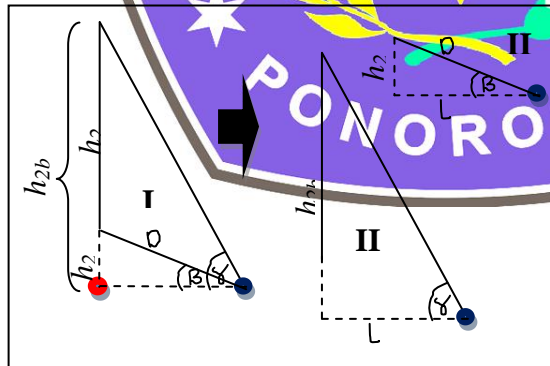
Tinggi stasiun =  $h_1$

Tinggi dari titik stasiun ke entrance =  $h_2$

Jarak dari titik stasiun ke garis imajiner jarak datar antara shooter dan stasioner =  $h_{2a}$

Jarak dari garis imajiner jarak datar antara shooter dan stasioner ke entrance =  $h_{2b}$

Tinggi *pitch* = tinggi stasiun + tinggi dari titik stasiun ke entrance  
 $= h_1 + h_2$



Dari gambar I diperoleh

$$h_2 = h_{2b} - h_{2a}$$

Dan dari pengukuran diperoleh nilai D dan  $\beta$ . Dengan rumus cosinus dapat diperoleh jarak datar antara shooter dan stasioner.

dimisalkan L yaitu :  $\cos \beta = \frac{L}{D}$  sehingga  $L = D \cos \beta$ . Setelah nilai L didapat maka nilai  $h_{2a}$  dan  $h_{2b}$  dapat ditentukan.

Dari gambar II diperoleh :

$$\tan \gamma = \frac{h_{2b}}{L}$$

$$h_{2b} = L \times \tan \gamma \dots \dots \dots (*)$$

Dari gambar III diperoleh :

$$\tan \beta = \frac{h_{2a}}{L}$$

$$h_{2a} = L \times \tan \beta \dots \dots \dots (**)$$

Dari (\*) dan (\*\*) diperoleh :

$$h_2 = h_{2b} - h_{2a}$$

$$= (L \times \tan \gamma) - (L \times \tan \beta)$$

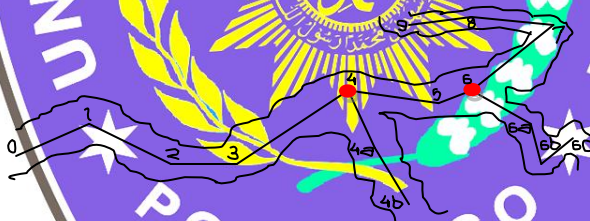
Sehingga tinggi *pitch* pada saat  $\beta$  bernilai positif yaitu  $h_1 + h_2 = h_1 + ((L \times \tan \gamma) - (L \times \tan \beta))$

## 5. Pengukuran pada lorong bercabang

Gua tidak selalu terdiri dari satu lorong utama, seringkali gua memiliki percabangan lorong. Untuk memetakan kondisi gua seperti ini perlu adanya konsistensi surveyor untuk memilih salah satu lorong sebagai lorong utama dan lainnya sebagai lorong yang terpisah dari lorong utama. Untuk mengikat antara lorong utama dan lorong percabangan maka diperlukan penanda (*marker*). Penanda harus mudah dilihat dan bisa ditemukan ketika dilakukan survey ulang, contohnya adalah batuan gua yang ditumpuk sedemikian rupa.

**Keterangan :**

● : titik stasiun yang diberi marker



Gambar 5 penentuan titik stasiun pada lorong bercabang

Dari contoh gambar diatas terlihat bahwa surveyor secara konsisten memilih satu lorong utama yang ditandai dengan penamaan titik-titik stasiun dengan angka pokok yaitu 0,1,2,3, dan seterusnya hingga titik stasiun 9. Sedangkan lorong-lorong lainnya dianggap sebagai lorong percabangan yang diikat dengan titik stasiun pada lorong utama. Contoh kasus pada percabangan lorong pada sisi kanan titik stasiun 4, lorong tersebut dianggap lorong percabangan dan diikat dengan angka 4 pada penamaan titik stasiunnya, yaitu 4a, 4b, dan seterusnya. Sama persis dengan lorong yang berada pada sisi kanan titik stasiun 6.

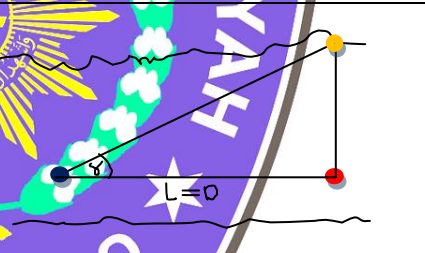
## 6. Pengukuran tinggi atap

Sesuai dengan standar yang dikeluarkan oleh BCRA (*British Cave Research Association*), memetakan gua dengan *grade 3 detail C* atau *3C* harus dilakukan pengukuran pada setiap detil lorong gua yang hendak dipetakan, termasuk didalamnya adalah tinggi atap gua. Untuk beberapa bagian gua yang memiliki lorong sempit ada kemungkinan tinggi atap gua masih bisa dijangkau oleh tangan surveyor. Namun untuk karakter gua yang memiliki lorong sangat tinggi, surveyor harus memiliki peralatan atau teknik khusus agar tetap dapat melakukan pengukuran. Salah satu hal yang dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan beberapa data yang telah direkam pada umumnya. Yaitu dengan memadukan jarak datar titik stasiun yang hendak diukur tinggi atapnya dengan titik stasiun sebelumnya dan sudut elevasi dari titik stasiun sebelumnya ke atap yang hendak diukur tingginya. Pada tahapan ini surveyor cukup mengukur sudut elevasi dari posisi *Shooter* ke atap di atas *stasioner*, data berupa sudut dengan besaran derajat.

### Kasus pertama

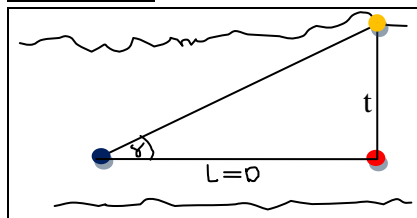
#### **Keterangan :**

- : *stasioner*
- : *shooter*
- $L$  : jarak datar
- : atap gua
- $D$  : jarak ukur tape meter
- $\gamma$  : sudut elevasi dari *shooter* ke atap tepat di atas *stasioner*



Gambar 6 (a) pengukuran tinggi atap gua dengan elevasi antara *shooter* dan *stasioner* bernilai  $0^\circ$  (posisi *shooter* sejajar dengan *stasioner*)

### Penjelasan :



Misalkan : Tinggi atap =  $t$

Dari gambar disamping telah didapat nilai  $\gamma$  dan  $D$  dari hasil pengukuran dilapangan. Dan  $L = D$  karena posisi *shooter* dan *stasioner* sejajar ( $\beta = 0^\circ$ ).

Dengan melibatkan nilai  $\gamma$  dan  $L$ , nilai  $t$  dapat di hitung menggunakan rumus tangen sebagai berikut :

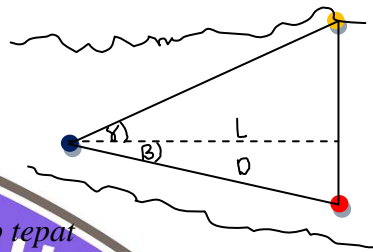
$$\tan \gamma = \frac{t}{L}$$

$$t = L \times \tan \gamma$$

### Kasus ke dua

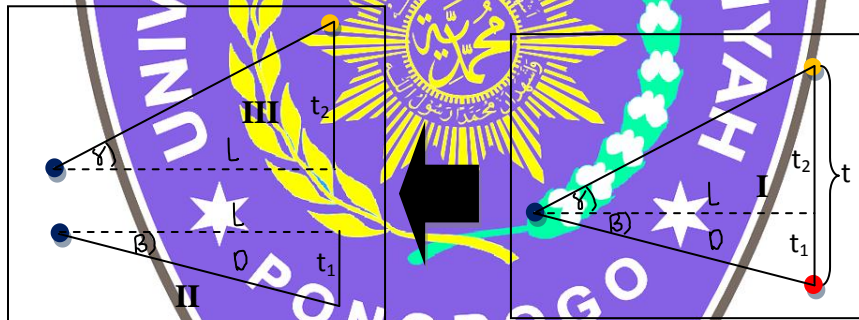
#### Keterangan :

- : stasioner
- : shooter
- L : jarak datar
- : atap gua
- D : jarak ukur tape meter
- $\beta$  : sudut elevasi dari shooter ke titik stasioner
- $\gamma$  : sudut elevasi dari shooter ke atap tepat di atas titik stasioner



Gambar 6 (b) pengukuran tinggi atap gua dengan elevasi antara shooter dan stasioner bernilai negatif (posisi shooter lebih tinggi dari stasioner)

#### Penjelasan :



Misalkan tinggi atap =  $t$ . Berbeda dengan kondisi pertama yang memiliki nilai  $\beta = 0$  sehingga nilai  $L = D$ , pada kasus ini ada dua sudut yang mempengaruhi nilai  $t$  secara keseluruhan, yaitu sudut antara shooter dan stasioner yang bernilai negatif  $(-\beta) = t_1$  dan sudut antara shooter dan atap gua  $(\gamma) = t_2$ . Dengan memanfaatkan nilai  $D$  dan  $(-\beta)$  yang diperoleh dari hasil pengukuran dapat dihitung panjang garis imajiner  $L$  seperti pada kasus-kasus sebelumnya yaitu  $L = D \times \cos(-\beta)$ . Dengan nilai  $L$  dapat juga dihitung nilai  $t = t_1 + t_2$ .

Pada gambar II sudah didapat nilai  $\beta$  yang bernilai negatif ( $-\beta$ ) dari hasil pengukuran dan nilai  $L$  dari hasil perhitungan dapat dipadukan untuk menghitung nilai  $t_1$  dengan rumus tangen sebagai berikut :

$$\tan(-\beta) = \frac{t_1}{L}$$

$$t_1 = L \times \tan(-\beta) \dots \dots \text{(bernilai negatif karena } \beta \text{ terletak pada kuadran II)}$$

haruslah  $t_1$  bernilai positif, maka nilai  $t_1$  dikalikan dengan (-1) untuk merubah tanda sehingga nilai  $t_1 = (-1) \times (L \times \tan(-\beta))$   
 $= -(L \times \tan(-\beta)) \dots \dots (*)$

sedangkan nilai  $t_2$  dapat dihitung dari data yang terlihat di gambar III yaitu nilai  $L$  dari perhitungan dan nilai  $\gamma$  dari pengukuran lapangan sebagai berikut :

$$\tan(\gamma) = \frac{t_2}{L}$$

$$t_2 = L \times \tan(\gamma) \dots \dots (**)$$

Dari (\*) dan (\*\*) diperoleh :

$$t = t_1 + t_2$$

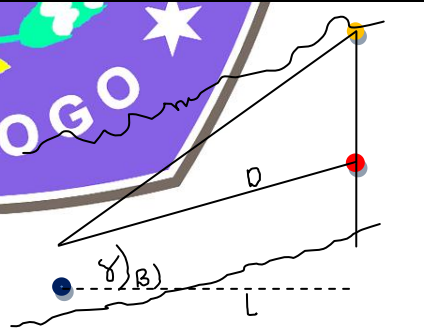
$$= -(L \times \tan(-\beta)) + (L \times \tan(\gamma))$$

$$= (L \times \tan \gamma) - (L \times \tan(-\beta))$$

### Kasus ke tiga

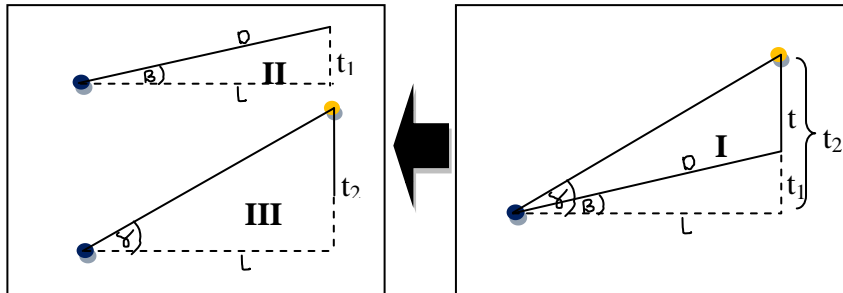
#### **Keterangan :**

- : stasioner      ● : shooter
- : atap gua      L : jarak datar
- $\beta$  : sudut elevasi dari shooter ke titik stasioner
- $D$  : jarak ukur tape meter
- $\gamma$  : sudut elevasi dari shooter ke atap tepat di atas titik stasioner



Gambar 6 (c) pengukuran tinggi atap gua dengan elevasi antara shooter dan stasioner bernilai positif (posisi shooter lebih rendah dari stasioner)



**Penjelasan :**

Tinggi atap gua dihitung dari titik stasiun hingga keatap gua yang tegak lurus dengan garis imajiner L atau tepat diatas titik stasiun dimana  $L = D \times \cos \beta$ . Misalkan tinggi atap gua disimbolkan dengan  $t$ . terlihat bahwa  $t = t_2 - t_1$  dengan  $t_2$  adalah jarak dari atap hingga ke garis imajiner L dan  $t_1$  adalah jarak dari titik stasiun ke garis imajiner L seperti yang tersaji pada gambar I.

Dari gambar II dapat diperoleh nilai dari  $t_1$  dengan memanfaatkan sudut  $\beta$  yang bergerak dikudran I dan garis imajiner L sebagai berikut :

$$\tan \beta = \frac{t_1}{L}$$

$$t_1 = L \times \tan \beta \dots (*) \text{ (bernilai positif)}$$

Dari gambar III dapat diperoleh nilai  $t_2$  dengan memanfaatkan sudut  $\gamma$  yang juga bergerak pada kudran I dan garis imajiner L sebagai berikut:

$$\tan \gamma = \frac{t_2}{L}$$

$$t_2 = L \times \tan \gamma \dots (**)$$

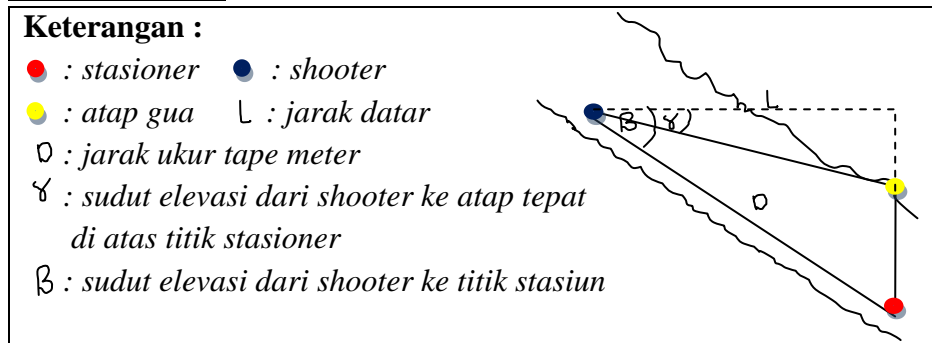
(bernilai positif)

Dari (\*) dan (\*\*) diperoleh :

$$t = t_2 - t_1$$

$$= (L \times \tan (\gamma)) - (L \times \tan \beta)$$

**Kasus ke empat**



Gambar 6 (d) pengukuran tinggi atap gua dengan elevasi antara shooter dan stasioner bernilai negatif (posisi shooter lebih tinggi dari stasioner) dan posisi atap lebih rendah dari posisi shooter

**Penjelasan :**

Kasus seperti ini terjadi pada lorong-lorong *scramble* yang memiliki atap tidak lebih tinggi dari titik stasiun sebelumnya, dimana  $\beta$  dan  $\gamma$  sama-sama bertanda negatif karena bergerak pada kuadran II.



Dari gambar I terlihat bahwa tinggi atap  $t = t_1 - t_2$  dengan  $t_1$  adalah jarak dari titik stasiun ke garis imajiner L dan  $t_2$  adalah jarak dari atap ke garis imajiner L.

Dari gambar II dapat dihitung nilai dari  $t_2$  sebagai berikut :

$$\tan (-\gamma) = \frac{t_2}{L}$$

$$t_2 = L \times \tan (-\gamma) \dots \dots (\text{bernilai negatif karena } \gamma \text{ bergerak di kuadran II)}$$

haruslah  $t_2$  bernilai positif, maka untuk merubah tanda  $t_1$  dikalikan dengan (-1) agar tanda berubah menjadi positif sehingga menjadi

$$t_2 = (-1) L \times \tan (-\gamma) = - (L \times \tan (-\gamma)) \dots\dots (*)$$

Dari gambar III dapat dihitung nilai dari  $t_1$  sebagai berikut:

$$\tan (-\beta) = \frac{t_1}{L}$$

$$t_1 = L \times \tan (-\beta) \dots\dots (bernilai \textit{negatif})$$

haruslah  $t_1$  bernilai positif, maka untuk merubah tanda  $t_1$  dikalikan dengan (-1) agar tanda berubah menjadi positif sehingga menjadi

$$t_1 = (-1) L \times \tan (-\beta) = - (L \times \tan (-\beta)) \dots\dots (**)$$

Dari (\*) dan (\*\*) diperoleh

$$t = t_1 - t_2 = (- (L \times \tan (-\beta))) - (- (L \times \tan (-\gamma)))$$

$$= (- (L \times \tan (-\beta))) + (L \times \tan (-\gamma))$$

$$t = (L \times \tan (-\gamma)) - (L \times \tan (-\beta))$$

**7. Pencatatan data**

Seluruh detil lorong gua yang telah diukur langsung dicatat pada tabel pengambilan data untuk kemudian diolah sebagai acuan penggambaran peta. Tabel pengambilan data dapat disajikan sebagai berikut :

**Tabel Pengambilan Data**

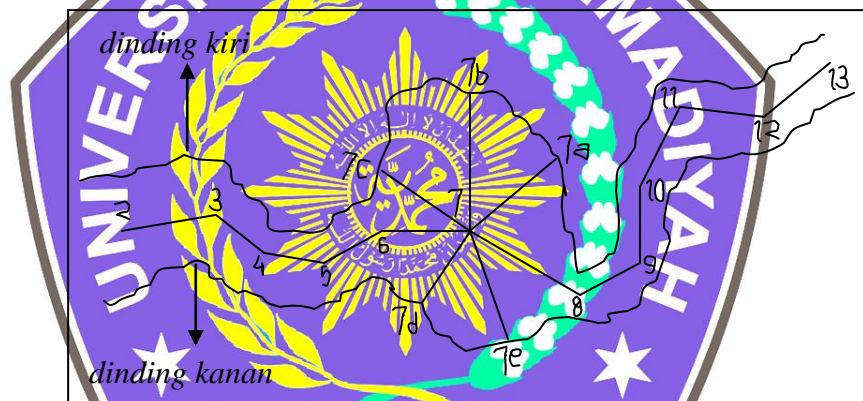
Nama gua : \_\_\_\_\_ Tanggal survey : \_\_\_\_\_  
 Lokasi : \_\_\_\_\_ Grade survey : \_\_\_\_\_  
 Surveyor : \_\_\_\_\_

Stasiun		Tape	Kompas	Clino	←	→	↑	↓
Dari	Ke	(m)	(°)	(°)	(m)	(m)	(°) atau (m)	(m)

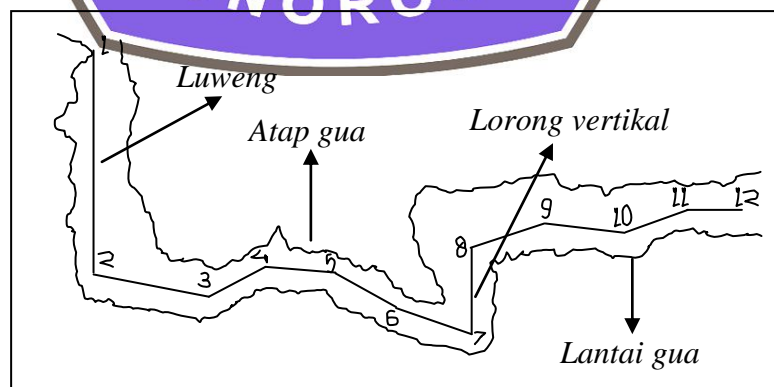
*Tabel 1 tabel pengambilan data lapangan*

## 8. Sketsa lorong

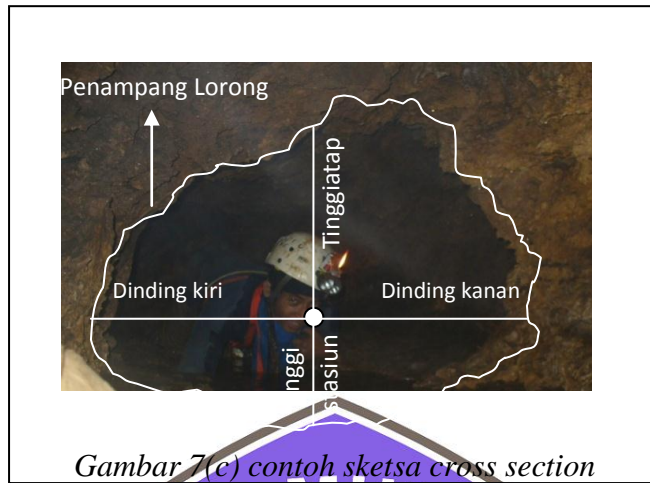
Setelah seluruh data berupa angka telah dikumpulkan oleh surveyor tidak serta merta peta gua dapat disajikan secara informatif tanpa adanya sketsa lorong gua. Adanya sketsa lorong gua dimaksudkan supaya orang lain selain surveyor gua itu sendiri mampu menginterpretasikan keadaan lorong dan karakteristik gua secara umum. Sketsa digambar oleh *descriptor* pada saat melakukan proses pengambilan data sesuai dengan keadaan lorong gua yang dipetakan. Sketsa yang perlu digambar oleh *descriptor* yaitu sketsa tampak samping (*extended section*), sketsa tampak atas (*plan section*), dan sketsa tampak depan atau penampang lorong (*cross section*). Sketsa juga dilengkapi dengan keterangan-keterangan berupa simbol-simbol mengenai keadaan lorong gua, adanya ornamen, arah aliran air, runtuhan, tumpukan guano di lorong gua dan situasi lainnya.



Gambar 7(a) contoh sketsa plan section



Gambar 7(b) contoh sketsa extended section

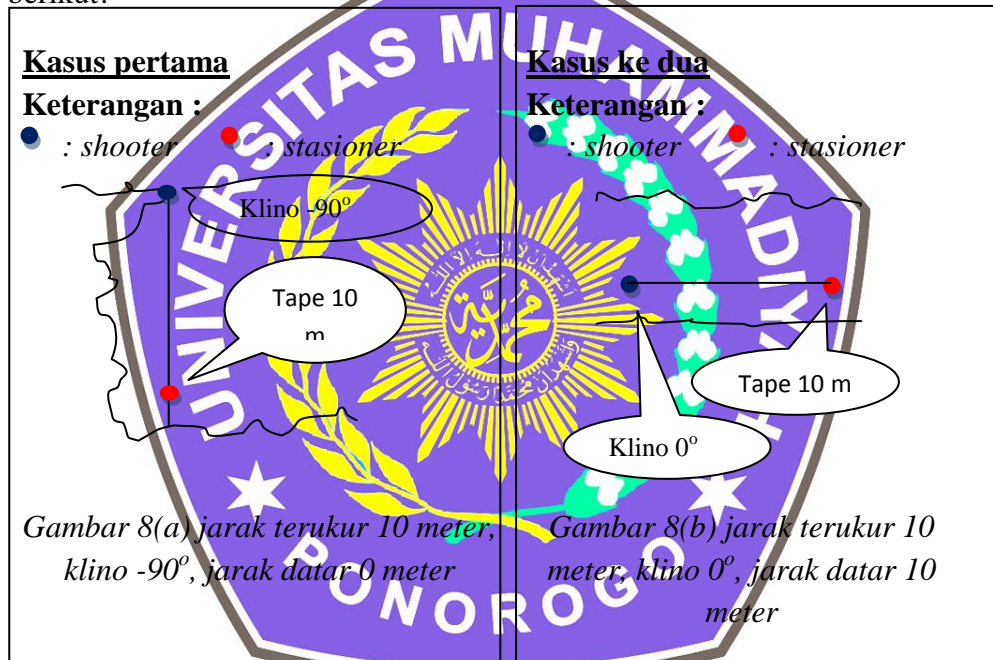


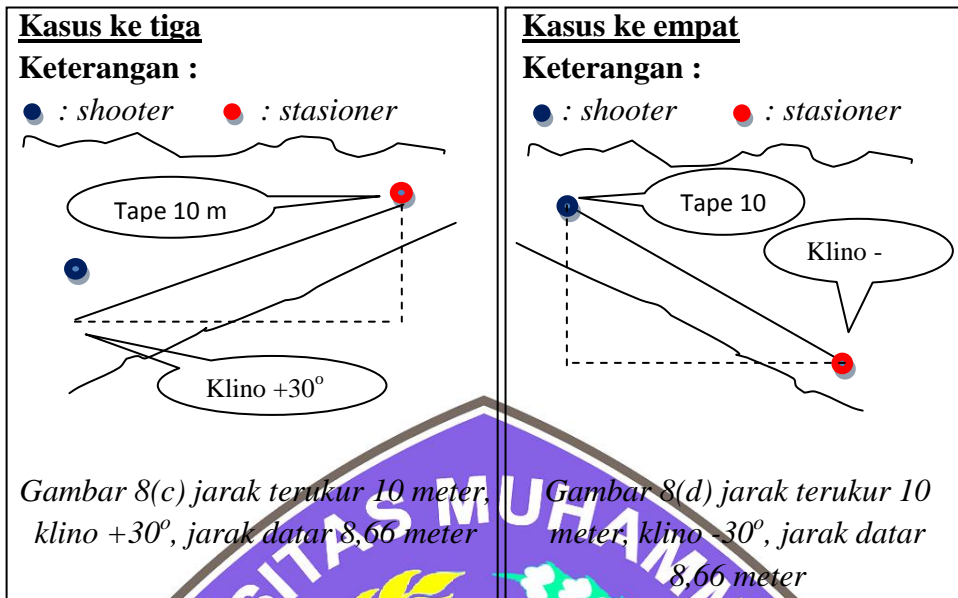
Gambar 7(c) contoh sketsa cross section



## B. Tahap Pengolahan Data

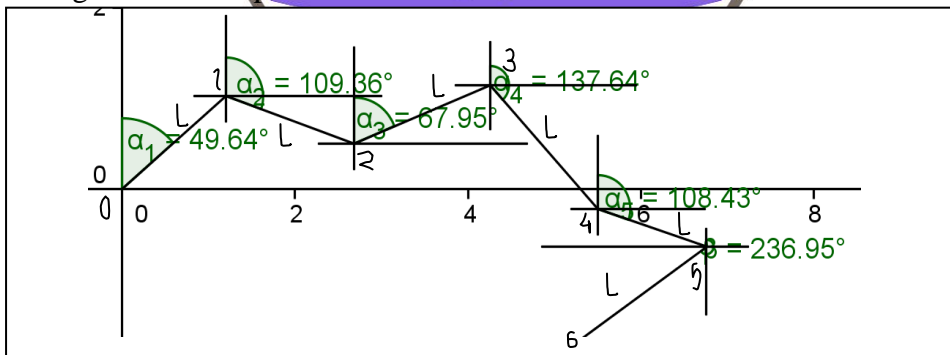
Pada tahap ini data diolah sehingga dapat dijadikan acuan dalam penggambaran peta gua sesuai dengan kebutuhannya. Pada peta *plan section* yang ingin diperlihatkan adalah perubahan arah lorong. Data yang dipergunakan pada peta *plan section* selain jarak antar titik stasiun adalah perubahan arah lorong yang diukur dengan menggunakan kompas. Peta *plan section* adalah peta yang diproyeksikan dari atas, sehingga jarak antar titik stasiun yang dipergunakan bukanlah jarak yang diperoleh dari pengukuran menggunakan *tape* meter melainkan jarak datar antara dua titik stasiun. Untuk lebih memperjelas pemahaman perhatikan ilustrasi berikut!





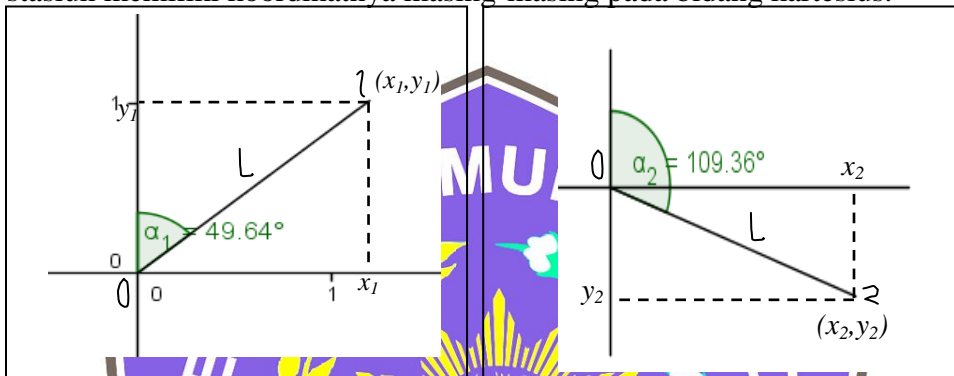
Pada kasus pertama ketika diproyeksikan dari atas maka akan terlihat bahwa kedua titik stasiun berhimpit di titik yang sama. Kasus kedua mengindikasikan bahwa jarak yang terukur sama dengan jarak pada saat diproyeksikan dari atas, sedangkan pada kasus ke tiga dan keempat meski memiliki perbedaan tanda pada pengukuran kemiringan lorong tetapi keduanya memiliki jarak yang sama ketika diproyeksikan dari atas. Disini terlihat bahwa jarak antara dua titik stasiun yang terlihat adalah jarak datarnya.

Fungsi peta plan yaitu menampakkan perubahan arah lorong. Maka garis L dilukis pada bidang kartesius  $R^2$  sesuai dengan arah yang ditunjukkan oleh kompas pada saat pengukuran lapangan dengan sumbu y sebagai titik  $0^\circ$ . Seperti ilustrasi berikut :

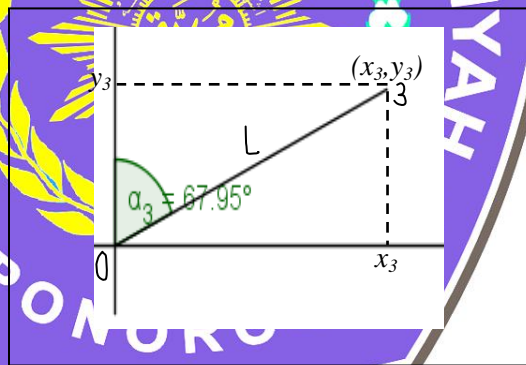


Gambar 9 ilustrasi titik-titik stasiun pada bidang kartesius

Gambar 9 memperlihatkan pergerakan titik-titik stasiun berdasarkan jarak datar antara dua titik stasiun yang membentuk sebuah garis dan arah garis yang membentuk sudut tertentu terhadap garis sumbu  $y$ . Pada gambar 9 terlihat bahwa titik stasiun 1 bergerak dari titik stasiun 0 sejauh  $L$  satuan menuju arah  $49,64^\circ$ , titik stasiun 2 bergerak dari titik stasiun 1 sejauh  $L$  satuan menuju arah  $109,36^\circ$ , titik stasiun 3 bergerak dari titik stasiun 2 sejauh  $L$  satuan menuju arah  $67,95^\circ$ , dan seterusnya sehingga tiap titik stasiun memiliki koordinatnya masing-masing pada bidang kartesius.



Gambar 9(a) koordinat stasiun 1      Gambar 9(b) koordinat stasiun 2



Gambar 9(c) koordinat stasiun 3

Stasiun 1 terletak pada koordinat  $(x_1, y_1)$ . Untuk mempermudah penempatan titik koordinat pada saat penggambaran di bidang kartesius absis  $x$  dan ordinat  $y$  dapat diperoleh dengan melibatkan jarak datar antar stasiun dan sudut perubahan lorong menggunakan rumus sinus dan cosinus sebagai berikut :

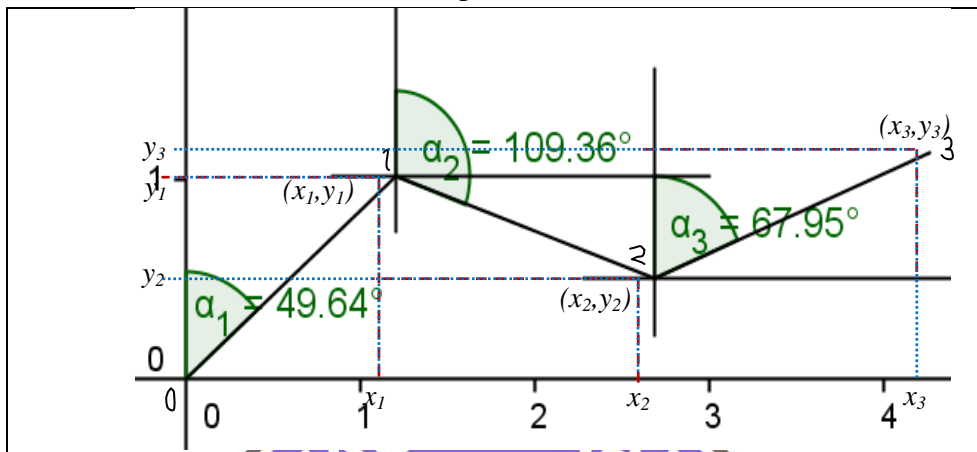
$$\text{Absis (x)} = L \times \sin \alpha$$

$$\text{Ordinat (y)} = L \times \cos \alpha$$

Titik stasiun  $n$  selalu diikat pada titik stasiun  $n-1$  sehingga seluruh titik stasiun saling terhubung seperti pada gambar 9. Titik-titik stasiun tersebut



dapat digabungkan pada satu bidang kartesius dengan menjumlahkan absis dan ordinat antar titik-titik stasiun seperti ilustrasi dibawah ini :



Gambar 9(d) titik stasiun pada satu bidang kartesius

Pada masing-masing bidang kartesius absis x pada :

$$\text{stasiun 1} = L \times \sin \alpha_1, \text{ stasiun 2} = L \times \sin \alpha_2, \text{ stasiun 3} = L \times \sin \alpha_3$$

Ketika titik-titik stasiun dilukis pada satu bidang kartesius terlihat bahwa absis  $x_2$  adalah  $L \times \sin \alpha_2$  lebih panjang dari  $x_1 = L \times \sin \alpha_1$  dan absis  $x_3$  adalah  $L \times \sin \alpha_3$  lebih panjang dari  $L \times \sin \alpha_1 + L \times \sin \alpha_2 = \text{absis } x_1 + \text{absis } x_2$ . Dari sini terlihat sebuah pola bahwa absis x pada stasiun  $n = \text{absis } x_1 + \text{absis } x_2 + \text{absis } x_3 + \dots + \text{absis } x_{n-1} + \text{absis } x_n = \sum_{i=0}^n \text{absis } x_i$ .

Pada masing-masing bidang kartesius ordinat y pada :

$$\text{stasiun 1} = L \times \cos \alpha_1, \text{ stasiun 2} = L \times \cos \alpha_2, \text{ stasiun 3} = L \times \cos \alpha_3$$

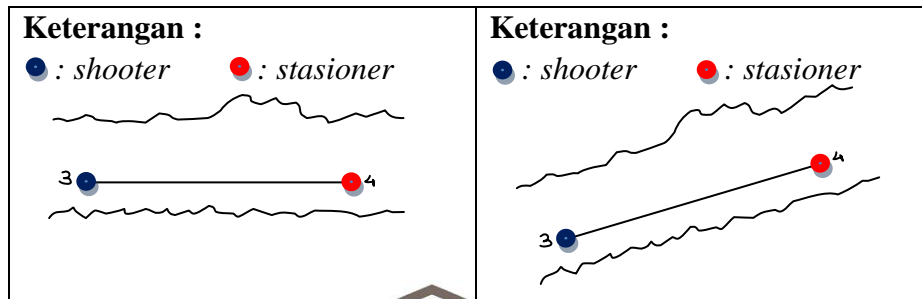
Ketika titik-titik stasiun dilukis pada satu bidang kartesius terlihat bahwa ordinat  $y_2$  adalah  $L \times \cos \alpha_2$  lebih panjang dari  $y_1 = L \times \cos \alpha_1$  dan absis  $y_3$  adalah  $L \times \cos \alpha_3$  lebih panjang dari  $L \times \cos \alpha_1 + L \times \cos \alpha_2 = \text{ordinat } y_1 + \text{ordinat } y_2$ . Dari sini terlihat sebuah pola bahwa absis y pada stasiun  $n = \text{ordinat } y_1 + \text{ordinat } y_2 + \dots + \text{ordinat } y_{n-1} + \text{ordinat } y_n = \sum_{i=0}^n \text{ordinat } y_i$ .

Sehingga penempatan titik-titik koordinat pada satu bidang kartesius  $R^2$  untuk peta *plan section* untuk titik stasiun n adalah :

$$(x_n, y_n) = \left( \sum_{i=0}^n \text{absis } x_i, \sum_{i=0}^n \text{ordinat } y_i \right)$$

*Extended section* adalah peta gua yang memproyeksikan lorong dari samping. Berbeda dengan peta *plan section* yang menampilkan jarak datar antar stasiun, karena *extended section* diproyeksikan dari samping maka jarak antar stasiun yang terlihat tetaplah jarak yang terukur oleh

meteran surveyor. Ilustrasi pada *extended section* tampak pada gambar dibawah ini :



Gambar 10(a) posisi shooter dan stasioner sejajar

Gambar 10(b) posisi stasioner lebih tinggi dari shooter

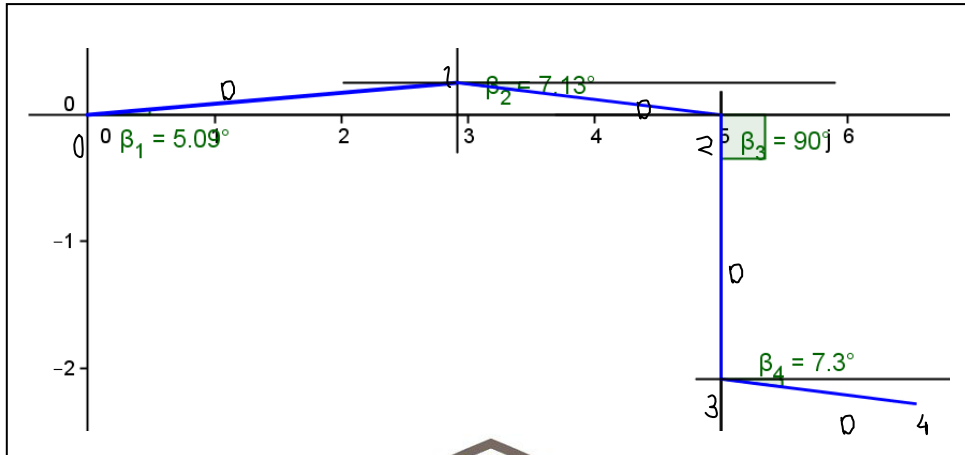


Gambar 10(c) posisi stasioner lebih rendah dari shooter

Gambar 10(d) posisi stasioner tepat vertikal dibawah shooter

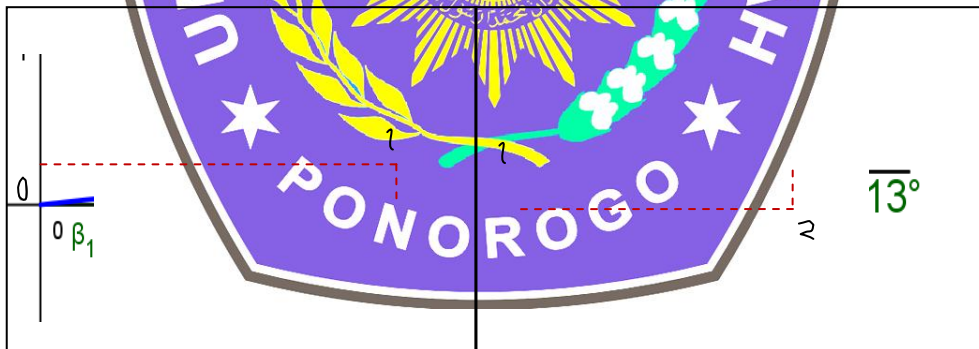
Dari ilustrasi gambar diatas terlihat bahwa seperti apapun posisi *stasioner* terhadap *shooter* tidak mempengaruhi jarak perpindahan antar dua titik stasiun sehingga pada peta *extended section* ini yang digunakan adalah jarak yang terukur oleh *tape meter* surveyor.

Peta *extended section* menggunakan sumbu absis  $x$  sebagai titik  $0^{\circ}$ , dan ordinat  $y$  sebagai indikasi perubahan elevasi lorong, ordinat  $y$  menuju arah positif apabila lorong menaik dan menuju arah negatif jika lorong menurun.



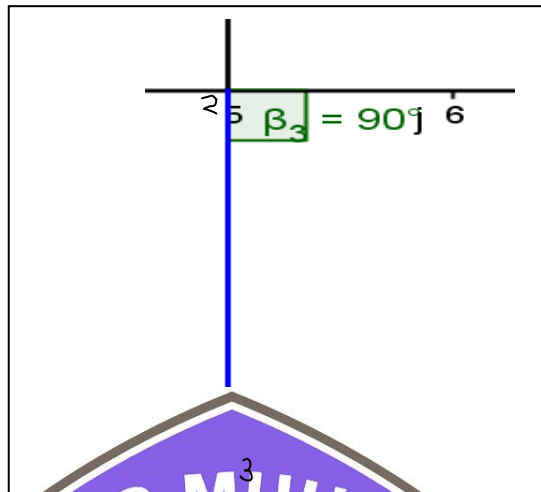
Gambar 11 ilustrasi titik-titik stasiun pada bidang kartesius

Gambar 11 memperlihatkan pergerakan titik-titik stasiun berdasarkan perpindahan yang terukur antara dua titik stasiun yang membentuk sebuah garis dan arah garis yang membentuk sudut tertentu terhadap garis sumbu  $y$ . Pada gambar 9 terlihat bahwa titik stasiun 1 bergerak dari titik stasiun 0 sejauh  $D$  dengan kemiringan  $+5,09$ , titik stasiun 2 bergerak dari titik stasiun 1 sejauh  $D$  satuan dengan kemiringan  $-7,13$ , titik stasiun 3 bergerak dari titik stasiun 2 sejauh  $D$  satuan dengan kemiringan  $-90$ , dan seterusnya sehingga tiap titik stasiun memiliki koordinatnya masing-masing pada bidang kartesius.



Gambar 11(a) koordinat stasiun 1

Gambar 11(b) koordinat stasiun 2



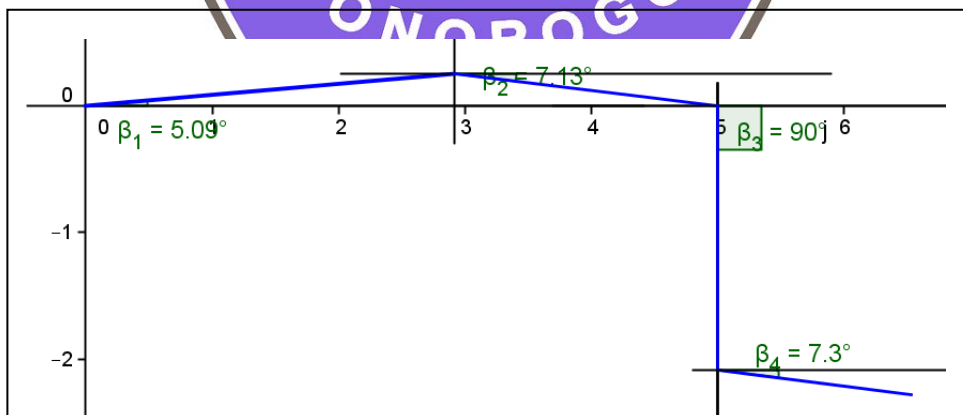
Gambar 11(c) koordinat stasiun 3

Stasiun 1 terletak pada koordinat  $(x_1, y_1)$ . Untuk mempermudah penempatan titik koordinat pada saat penggambaran di bidang kartesius absis  $x$  dan ordinat  $y$  dapat diperoleh dengan melibatkan jarak antar stasiun ( $D$ ) dan sudut elevasi lorong menggunakan rumus sinus dan cosinus sebagai berikut :

$$\text{Absis (x)} = D \times \cos \beta$$

$$\text{Ordinat (y)} = D \times \sin \beta$$

Titik stasiun  $n$  selalu diikat pada titik stasiun  $n-1$  sehingga seluruh titik stasiun saling terhubung seperti pada gambar 11. Titik-titik stasiun tersebut dapat digabungkan pada satu bidang kartesius dengan menjumlahkan absis dan ordinat antar titik-titik stasiun seperti ilustrasi dibawah ini :



Pada masing-masing bidang kartesius absis x pada :

$$\text{stasiun 1} = D \times \cos \beta_1, \text{ stasiun 2} = D \times \cos \beta_2, \text{ stasiun 3} = D \times \cos \beta_3$$

Ketika titik-titik stasiun dilukis pada satu bidang kartesius terlihat bahwa absis  $x_2$  adalah  $D \times \cos \beta_2$  lebih panjang dari  $x_1 = D \times \cos \beta_1$  dan absis  $x_3$  adalah  $D \times \cos \beta_3$  lebih panjang dari  $D \times \cos \beta_1 + D \times \cos \beta_2 = \text{absis } x_1 + \text{absis } x_2$ . Dari sini terlihat sebuah pola bahwa absis  $x$  pada stasiun  $n = \text{absis } x_1 + \text{absis } x_2 + \text{absis } x_3 + \dots + \text{absis } x_{n-1} + \text{absis } x_n = \sum_{i=0}^n \text{absis } x_i$ .

Pada masing-masing bidang kartesius ordinat y pada :

$$\text{stasiun 1} = D \times \sin \beta_1, \text{ stasiun 2} = D \times \sin \beta_2, \text{ stasiun 3} = D \times \sin \beta_3$$

Ketika titik-titik stasiun dilukis pada satu bidang kartesius terlihat bahwa ordinat  $y_2$  adalah  $D \times \sin \beta_2$  lebih panjang dari  $y_1 = D \times \sin \beta_1$  dan absis  $y_3$  adalah  $D \times \sin \beta_3$  lebih panjang dari  $D \times \sin \beta_1 + D \times \sin \beta_2 = \text{ordinat } y_1 + \text{ordinat } y_2$ . Dari sini terlihat sebuah pola bahwa absis  $y$  pada stasiun  $n = \text{ordinat } y_1 + \text{ordinat } y_2 + \dots + \text{ordinat } y_{n-1} + \text{ordinat } y_n = \sum_{i=0}^n \text{ordinat } y_i$ .

Sehingga penempatan titik-titik koordinat pada satu bidang kartesius  $R^2$  untuk peta *extended section* untuk titik stasiun  $n$  adalah :

$$(x_n, y_n) = \left( \sum_{i=0}^n \text{absis } x_i, \sum_{i=0}^n \text{ordinat } y_i \right)$$

Penampang *cross section* merupakan irisan lorong gua yang diproyeksikan dari depan sehingga pada peta jenis ini terlihat dengan jelas lebar lorong baik secara vertikal dari lantai gua ke lorong gua maupun horisontal dari dinding kanan ke dinding kiri. Data yang dibutuhkan untuk menggambarkan irisan penampang lorong gua (*cross section*) adalah jarak titik stasiun ke dinding kanan lorong dan kiri lorong, jarak titik stasiun ke atap lorong dan lantai lorong serta sketsa lorong.

### WORK SHEET PENGOLAHAN DATA

Nama Gua : Gua Apa  
 Tanggal Mapping : 23 -26 Januari 2013  
 Dusun : Krajan  
 Desa : Kluwih  
 Lembar : 1 – 3

Kecamatan : Tulakan  
 Kabupaten : Pacitan  
 Surveyor : Ana, Inu, Ani, Ari  
 Grade Peta : 3 D

#### ENTRANCE/CHAMBER/LORONG\*

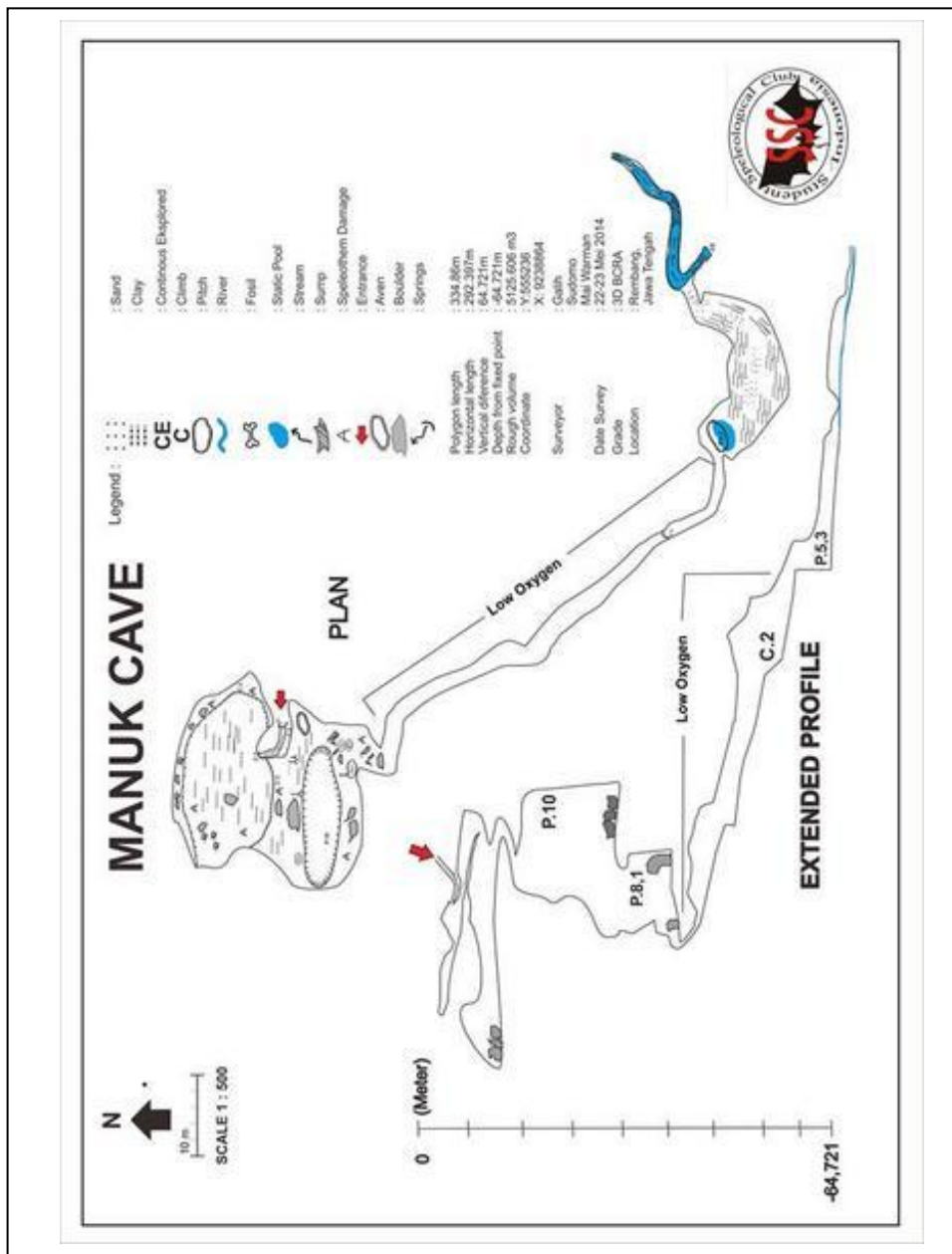
Station		Tape	Kompas	Clino	Jarak Data	X	Y	H	Σ x	Σ y	Σ H	Σ L	Stasiun		Passage	
Dari	Ke												Wall	Passage		
		D	α	β	L=D · cosβ	L · sin α	L · cos α	D · sin β					kana	Kiri	Atas	Bawah

Note: \* pilih salah satu sesuai daerah yang dipetakan  
 Rumus atas :  $t = (L \times \tan(\pm\gamma)) - (L \times \tan(\pm\beta))$   
 (nilai  $\gamma$  dan  $\beta$  sesuai dengan hasil pengukuran)

### C. Tahap Penggambaran Peta

Supaya lebih informatif peta gua dua dimensi harus menyajikan gambar dari beberapa sudut pandang, oleh karena itu di buatlah peta gua yang diproyeksikan dari atas, samping, dan depan berupa peta *plan section*, *extended section* dan *cross section*. Pada *plan section* tiap titik stasiun yang terlukis pada bidang kartesius dilengkapi dengan jarak dari titik stasiun ke dinding kanan dan kiri. Jarak ini digunakan sebagai acuan dalam penggambaran sketsa lorong. Untuk *extended section* yang digunakan untuk acuan penggambaran sketsa adalah tinggi stasiun dan tinggi atap dari titik stasiun. Dan pada *cross section* data yang digunakan

adalah tinggi stasiun,tinggi atap dan jarak dinding kanan kiri dari titik stasiun. Setelah seluruh *centerline* dilengkapi dengan sketsa maka peta dapat disajikan dengan informasi-informasi pendukung seperti skala peta, penunjuk arah utara peta dan legenda peta. Sebagai contoh peta disajikan seperti gambar dibawah.



## *Glosarium*

**Absis** adalah angka yang menunjukkan posisi suatu titik yang berada pada sumbu  $x$

**BCRA (British Cave Research Assosiation)** adalah assosiasi peneliti gua dari Negara Inggris

**Centerline** adalah garis tengah

**Chamber** adalah suatu bagian lorong yang relatif lebih lebar dibandingkan dengan bagian lorong pada umumnya

**Klino/Clino/clinometers** adalah alat untuk mengukur kemiringan medan

**Cross section** adalah bentuk sayatan lorong yang dilihat dari depan

**Descriptor** adalah surveyor yang bertugas mencatat semua hasil pengukuran pada buku catatan, dan juga menggambar sketsa lorong baik sketsa tampak samping, tampak atas dan juga penampang lorong (cross section)

**Entrance** adalah pintu gua / mulut gua

**Extended section** adalah peta tampak samping yang menggambarkan panjang lorong dan kemiringan lorong

**Grade** adalah tingkatan-tingkatan atau penggolongan survey yang menunjukkan tingkat akurasi yang dapat dicapai pada pengukuran sudut dan jarak antara dua stasiun survey

**Lorong scramble** adalah lorong dengan derajat kemiringan yang besar

**Luweng** adalah gua vertikal

**Marker** adalah penanda titik stasiun

**Ordinat** adalah angka suatu titik pada sumbu  $y$



**Ornament atau speleothem** adalah bentukan yang terjadi didalam lorong gua yang disebabkan oleh adanya aktivitas sedimentasi dan kristalisasi

**Pitch** adalah lorong vertikal, jurang atau air terjun yang cukup dalam

**Plan section** adalah peta tampak atas yang menggambarkan arah dan bentuk lorong gua

**Shooter** adalah surveyor yang bertugas membidik sasaran dan membaca instrumen-instrumen pengukuran, kemudian menyampaikan hasil pembacaan kepada descriptor

**Stasioner** adalah surveyor yang bertugas sebagai sasaran bidik bagi shooter

**Stasiun survey/titik stasiun** adalah suatu titik pada lorong gua dimana data survey dikumpulkan

**Surveyor** adalah orang atau sekelompok orang yang melakukan survey atau eksplorasi pada gua

**Tape** adalah jarak antar stasiun

**Topofil** adalah alat untuk mengukur jarak yang dilengkapi dengan seutas benang yang saat ditarik menggerakkan odometer yang menunjukkan jarak lintasan



## DAFTAR PUSTAKA

- Firdauzy, A. A., Zuharnaen. 2020. *Aplikasi Kartografi Dalam Survey Dan Teknik Pemetaan Gua Horizontal Studi Kasus : Gua Nguwik Di Desa Donorejo Kecamatan Kaligesing Kabupaten Purworejo*. Jurnal Bumi Indonesia vol 9 No. 1 (92-101). <http://lib.geo.ugm.ac.id/ojs/index.php/jbi/article/view/1169>
- Himpunan Kegiatan Speleologi. 2007. *Kursus Dasar dan Lanjutan Teknik Penelusuran Gua dan Lingkungan*. Jogjakarta : Hikespi.
- Irmayanti, dkk. 2021. *Teori Dan Aplikasi Kalkulus Dasar*. Aceh: Yayasan Penerbit Muhammad Zaini.
- Labib, M. A., Fitriani, D., Suprianto, A., Sahrina, A., Effendi, S., Hidayat, K., Irianto, P. A., Aulya, A., Romadhoni, A., Triyono, J. A. 2020. *Karakteristik Lorong Vertikal Dan Chambers Gua Karst Kabupaten Malang*. Jurnal Geografi, Edukasi dan Lingkungan (JGEL) vol 4, no. 2 (50-60). <https://doi.org/10.22236/jgel.v4i2.4808>
- Laksmiana, E. E. 2005. *Stasiun Nol : Teknik-Teknik Pemetaan dan Survey Hidrologi Gua*. Yogyakarta : Megalith Books dan Acintyacunyata Speleological Club.
- Mauluddin, A., Supriadi, I. 2020. *Pembangunan Aplikasi Pengukur Ketinggian Benda Berbasis Android dengan Menggunakan Metode Trigonometri*. Jurnal INFORMASI (Jurnal Informatika dan Sistem Informasi) vol 12 No. 1 (11-24).
- Purnomo, D. 2016. *Trigonometri (Ilmu Ukur Sudut)*. Malang: Penerbit Gunung Samudera.
- Sudaryono. 2015. *Kalkulus Diferensial Dan Integral*. Jakarta : Kencana.
- Suryawan, H. P. 2016. *Kalkulus Diferensial*. Yogyakarta: Sanata Dharma University Press.

Uca., Angriani, R. 2018. *Pemetaan Gua Kalibbong Aloa Kawasan Karst Pangkep*. Jurnal Sainsmat vol VII No. 2 (92-101).  
<http://ojs.unm.ac.id/index.php/sainsmat>





**b. Pengembangan Desain Pedoman  
(sesudah direvisi)**

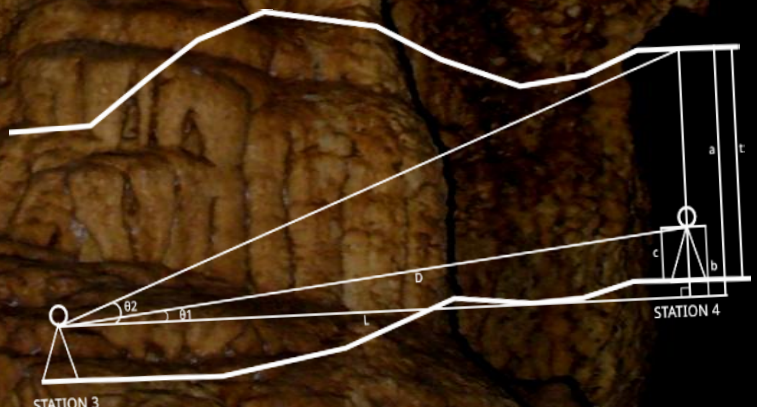
Pedoman

# AKURASI PEMETAAN GUA *GRADE* 3C BCRA

*Dengan Penerapan Fungsi Trigonometri Dan  
Koordinat Kartesius*



WIKI SULISTYAWATI



# P

emetaan gua adalah suatu usaha untuk menampilkan gambaran perspektif gua yang diproyeksikan keatas bidang datar yang bersifat selektif dan dapat dipertanggungjawabkan secara visual dan matematis dengan menggunakan skala tertentu yang lebih kecil dari medan sebenarnya. Peta gua yang lengkap terdiri dari tiga gambar yang masing – masing mewakili arah pandang tertentu. Peta tampak atas atau *plan section* menggambarkan arah dan bentuk lorong gua saat dilihat tepat dari arah atas. Peta tampak samping atau *extended* menunjukkan arah dan bentuk lorong bila dilihat dari samping, serta penampang lorong atau *cross section* mewakili bentuk sayatan lorong yang dilihat dari depan.

Dalam pemetaan gua dikenal dengan adanya tingkat akurasi atau sering disebut *grade* pemetaan gua. Secara spesifik BCRA (*British Cave Research Assosiation*) membagi *grade* pemetaan gua menjadi tujuh tingkatan mulai dari *grade 1* sampai *grade 6* dan *grade X* berdasarkan keakuratan peralatan yang digunakan oleh petugas pada saat pengambilan data.

- a) *Grade 1* : survey dengan akurasi rendah, dimana pengukuran tidak dilakukan.
- b) *Grade 2* : (diperlukan hanya bila diperlukan, lihat catatan 7)  
Dilakukan hanya jika diperlukan. Berupa sketsa yang memiliki tingkat akurasi antara *grade 1* dan *grade 2*.
- c) *Grade 3* : survey magnetik kasar. Sudut horizontal dan vertikal diukur dengan akurasi hingga  $\pm 2,5^\circ$ . Jarak diukur dengan akurasi hingga  $\pm 50$  sentimeter. Kesalahan posisi stasiun kurang dari 50 centimeter.
- d) *Grade 4* : (dipergunakan hanya bila diperlukan, lihat catatan 7)  
Dilakukan hanya jika diperlukan. Survey yang tidak memenuhi persyaratan untuk digolongkan sebagai *grade 5*, namun lebih akurat daripada *grade 3*.
- e) *Grade 5* : survey magnetik. Akurasi sudut horizontal dan vertikal mencapai  $\pm 1^\circ$ , jarak harus diukur dan dicatat hingga ke satuan sentimeter terdekat dan posisi stasiun ditentukan hingga kurang dari 10 sentimeter, kesalahan posisi stasiun kurang dari 10 sentimeter.
- f) *Grade 6* : survey magnetik yang lebih akurat dari *grade 5*. (lihat catatan 5)
- g) *Grade X* : survey yang tidak dilakukan dengan kompas, melainkan berdasar pada penggunaan teodolit atau total stasiun. (lihat catatan 6 dan 10)

Tabel 1 *Grade* yang dikeluarkan oleh BCRA untuk pengukuran *centerline*.

Tingkat akurasi pemetaan gua berdasarkan standar BCRA di atas dapat digunakan dengan memperhatikan catatan tambahan sebagai berikut :

1. Tabel diatas merupakan suatu rangkuman dan diperuntukan hanya

2. sebagai bantuan untuk mengingat, definisi *grade* survey diatas harus dibaca sebagai suatu kesatuan dengan catatan-catatan dibawah ini.
3. Yang harus selalu dilakukan adalah mengikuti apa yang menjadi gagasan utama dari definisi *grade* di atas, bukannya hanya terpancang pada angka-angkanya saja.
4. Untuk mencapai *grade* 3, klinometer perlu digunakan pada lorong yang memiliki kemiringan cukup besar.
5. Untuk mencapai *grade* 5, sangat penting untuk melakukan kalibrasi secara benar terhadap peralatan survey, dan semua pengukuran harus dilakukan dari suatu titik yang berada dalam radius 10 cm dari stasiun survey.
6. Survey *grade* 6 menuntut penggunaan kompas hingga batas akurasi tertinggi yang dapat dicapai, misalnya akutar hingga  $\pm 0,5^\circ$ , bacaan klinometer harus memiliki akurasi yang sama. Kesalahan posisi stasiun harus kurang dari  $\pm 2,5$  cm, untuk itu penggunaan tripod dan marker tetap (*roofhooks*) akan diperlukan pada tiap stasiun.
7. Pada peta *grade* X harus dicantumkan keterangan tentang jenis alat dan teknik yang dipergunakan, juga perkiraan akurasinya bila dibandingkan dengan survey *grade* 3, 5, atau 6.
8. *Grade* 2 dan 4 hanya dipergunakan pada suatu bagian gua yang kondisinya begitu berat sehingga tidak memungkinkan bagi *surveyor* untuk melanjutkan survey dengan *grade* yang lebih tinggi, dan untuk mengulang survey dimasa depan dianggap sebagai tindakan yang tidak praktis.
9. Organisasi-organisasi penelusur gua, dan pihak-pihak lain, dianjurkan untuk mencantumkan tingkat akurasi dan klasifikasi pencatatan detail lorong gua dalam publikasi mereka. Untuk mengutip tabel ini tidak diperlukan izin dari BCRA tetapi kedua tabel tersebut tidak boleh diperbanyak bila tanpa disertai oleh catatan-catatan ini.
10. *Grade* X hanyalah merupakan *grade* yang memiliki potensi untuk lebih akurat daripada *grade* 6.
11. Dalam tahap penggambaran untuk mencapai *grade* 5 koordinat peta harus dihitung, tidak sekedar digambar menggunakan tangan dengan bantuan penggaris dan busur.

Selain berdasarkan tujuh tingkatan tersebut *grade* pemetaan gua juga diikuti dengan sistem klasifikasi, yaitu mulai dari kelas A yang paling sederhana hingga kelas D yang paling akurat. Sistem klasifikasi ini berdasarkan tingkat akurasi data detail lorong gua yang dipetakan.

Kelas-kelas yang ditetapkan oleh BCRA adalah :

1. Kelas A : Seluruh detail lorong digambar berdasar ingatan.
2. Kelas B : Detail lorong diperkirakan dan dicatat di dalam gua.
3. Kelas C : Detail lorong diukur hanya di titik-titik stasiun survey.
4. Kelas D : Detail lorong diukur di tiap stasiun survey dan dimana saja yang dirasa perlu untuk menunjukkan perubahan yang berarti pada dimensi lorong.

Penulisan tingkatan *grade* pemetaan gua secara lengkap diikuti dengan klasifikasi atau kelas akurasi. Misalkan *surveyor* melakukan pemetaan gua dengan tingkatan *grade* 3 dengan klasifikasi akurasi C maka ditulis dengan *grade* pemetaan 3C.

Pemetaan gua *grade* 3C dilakukan dengan survey magnetik kasar, sudut horizontal dan vertikal diukur dengan akurasi hingga  $\pm 2,5^\circ$ , jarak diukur dengan akurasi hingga  $\pm 50$  sentimeter dan kesalahan posisi stasiun kurang dari 50 centimeter dengan detail lorong diukur hanya di titik-titik stasiun survey. Sederhananya pemetaan gua dengan *grade* 3C ini harus menggunakan alat pengukur arah yaitu kompas dan alat pengukur kemiringan yaitu klinometer atau sejenisnya dengan akurasi  $\pm 2,5^\circ$  dengan panjang lorong (*centerline*) maksimal 30 meter dan dilakukan pengukuran detail lorong gua disetiap titik stasiun survey. Detail lorong gua tersebut adalah jarak atap gua, jarak lantai gua, jarak dinding kanan dan dinding kiri gua diukur dari titik stasiun survey.

Lorong gua dengan tinggi dan lorong gua yang bervariasi seringkali menyulitkan *surveyor* dalam melakukan perekaman atau pengukuran detail lorong gua, terutama untuk mengukur tinggi atap gua yang tidak dapat dijangkau dengan tangan *surveyor*. Sehingga klasifikasi akurasi pemetaan gua hanya sampai pada kelas B, yaitu *surveyor* hanya memperkirakan atau menaksir detail lorong gua dan mencatatnya saat masih berada dititik stasiun survey.

Dengan kemampuan menaksir jarak yang berbeda-beda antar *surveyor* tentu akan mengurangi tingkat akurasi peta gua jika dibandingkan dengan keadaan sesungguhnya. Namun dengan pendekatan matematis yaitu teori-teori dalam trigonometri dan koordinat kartesius kendala-kendala pengukuran detail lorong gua tersebut dapat di atasi dan *surveyor* dapat memetakan gua dengan klasifikasi akurasi C atau bahkan hingga klasifikasi D.



## D. Tahap Pengumpulan Data

Tahap ini adalah tahapan awal dalam pemetaan gua. Pengumpulan data pada pemetaan gua *grade* 3C dilakukan di dalam gua dengan mengukur semua detail lorong di setiap titik stasiun survey, sehingga *surveyor* tidak diperbolehkan untuk memperkirakan atau menaksir detail lorong gua. Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam tahap pengumpulan data pemetaan gua *grade* 3C adalah sebagai berikut :

### 1. Pembagian Tugas

Pemetaan gua dilakukan oleh tim dengan minimal anggotanya berjumlah tiga orang. Tiap orang memiliki tugas dan peran sesuai kemampuannya masing-masing. Pembagian peran anggota tim survey adalah sebagai berikut :

#### a. *Shooter*

Tugas seorang *shooter* adalah membidik sasaran dan membaca instrumen-instrumen pengukuran, kemudian menyampaikan hasil pembacaan kepada *descriptor*. *Shooter* harus memiliki pengetahuan tentang standar *grade-grade* pemetaan yang ingin dicapai oleh tim, dengan demikian *shooter* diharapkan dapat membaca alat-alat ukurnya hingga ke satuan-satuan yang disyaratkan untuk memenuhi *grade* yang diharapkan.

#### b. *Stationer*

Anggota tim yang bertugas sebagai sasaran bidik bagi *shooter* disebut sebagai *stationer*. Seorang *stationer* juga bertugas menentukan tempat-tempat yang dijadikan sebagai titik stasiun. Oleh karena itu *stationer* harus mengetahui syarat-syarat tempat yang dapat atau harus dijadikan sebagai titik stasiun. Idealnya seorang *stationer* memiliki tinggi badan yang sama dengan tinggi badan *shooter*.

#### c. *Descriptor*

Semua hasil pengukuran yang disampaikan oleh *stationer* dicatat di buku catatan. Yang bertugas mencatat hasil pengukuran disebut *descriptor*. Selain mencatat hasil pengukuran *descriptor* juga memiliki tugas merekam detail lorong gua berupa sketsa tampak atas lorong (berdasar pembacaan kompas dan jarak dinding kiri dan kanan), sketsa tampak samping lorong, dan *cross section* (penampang) lorong.

## 2. Stasiun Survey

Stasiun survey adalah suatu titik pada lorong gua yang dapat mewakili penampakan keadaan keseluruhan lorong gua. Seluruh data yang dibutuhkan untuk menggambar peta gua direkam pada tiap stasiun survey. Data yang dimaksud adalah panjang lorong gua, arah lorong gua, kemiringan gua, lebar lorong gua dan tinggi lorong gua. Penentuan stasiun survey merupakan salah satu faktor keakuratan peta gua. Oleh karena itu dalam pemilihan stasiun survey harus memperhatikan beberapa faktor, yaitu :

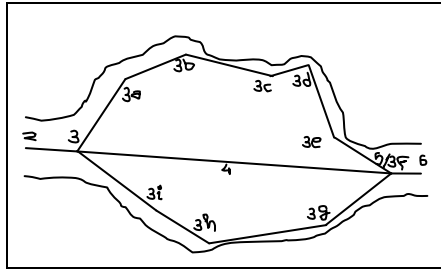
- a. Perubahan arah lorong gua
- b. Perubahan bentuk lorong gua yang terlihat secara signifikan
- c. Perubahan sudut elevasi atau kemiringan gua yang terlihat secara signifikan, misalnya pitch atau slope
- d. Jarak antar stasiun survey tidak lebih dari 30 meter. Hal ini berkaitan dengan toleransi kesalahan pada grade 3, yaitu tidak lebih dari 50 centimeter. Semakin jauh jarak antara dua stasiun survey maka semakin besar pula kemungkinan kesalahan posisi stasiun yang disebabkan oleh kesalahan pengukuran sudut arah lorong gua.
- e. Adanya temuan-temuan penting yang perlu ditampakkan pada peta gua, misalnya ornament khusus atau adanya biota gua tertentu.

## 3. Pengukuran pada *chamber*

*Chamber* atau aula gua adalah penyebutan untuk bagian lorong gua yang memiliki lebar sangat signifikan jika dibandingkan dengan lorong utama gua. Ukuran *chamber* yang sangat luas seringkali mempersulit *surveyor* untuk melakukan pengukuran. Karena itu untuk mendapatkan data-data pengukuran yang akurat dan juga mempermudah kinerja *surveyor* maka diperlukan teknik khusus dalam melakukan pengukuran *chamber*. Adapun cara-cara yang dapat dilakukan adalah :

- a. Poligon tertutup

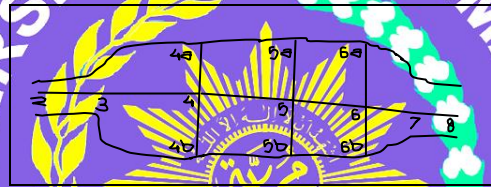
Teknik poligon tertutup digunakan ketika *chamber* yang ingin dipetakan memiliki diameter lebih dari 60 meter. Hal ini dikarenakan jarak maksimal yang diperbolehkan antara dua titik stasiun pada grade 3 BCRA sejauh 30 meter. Contoh penentuan titik-titik stasiun pada *chamber* digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1 pemetaan chamber dengan metode poligon tertutup

#### b. Metode *offset*

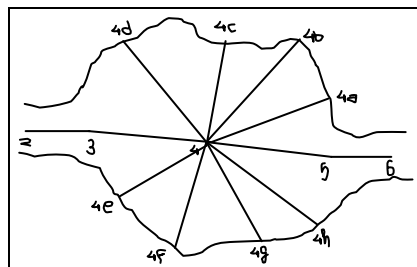
Metode *offset* disebut juga metode tulang ikan karena bentuknya yang menyerupai tulang ikan. Metode ini digunakan untuk *chamber* yang memiliki dimensi memanjang. Pengambilan data menggunakan metode ini hampir sama dengan pengambilan data pada lorong biasa, hanya saja ditambahkan dua substasiun di dinding kanan dan kiri stasiun.



Gambar 2 pemetaan chamber dengan metode *offset*

#### c. Poligon terbuka

Pengambilan data pada *chamber* dengan teknik poligon terbuka digunakan untuk *chamber* yang memiliki diameter kurang dari atau sama dengan 60 meter sesuai standar *grade 3 BCRA*. Berbeda dengan poligon tertutup yang *shooter* dan *stationer* bersama-sama menyusuri dinding tepi *chamber*, pada poligon terbuka *stationer* langsung menuju ke tengah-tengah *chamber* untuk dibidik oleh *stationer*. Setelah pengambilan data pada titik stasiun tersebut selesai *shooter* membidik seluruh titik stasiun dinding tepi *chamber* dari posisi *stationer*, yaitu di tengah-tengah *chamber*.



Gambar 3 pemetaan chamber dengan metode poligon terbuka

#### 4. Pengukuran pada *Pitch* dalam

*Pitch* adalah lorong vertikal pada gua yang hanya dapat dilewati dengan alat bantu dan teknik khusus. Untuk *pitch* yang memiliki kedalaman kurang dari atau sama dengan 30 meter tentu masih dapat diukur menggunakan pita ukur atau (*tape meter*). Namun untuk kedalaman lebih dari 30 meter harus menggunakan teknik tersendiri untuk melakukan pengukuran agar diperoleh data yang akurat. Ada 3 (tiga) cara yang dapat dilakukan, yaitu :

##### a. Mengukur tali

Mengukur tali yang digunakan untuk menuruni lintasan vertikal adalah cara termudah untuk mengukur kedalaman *pitch*. Namun metode ini sangat jauh dari akurat karena adanya kemuluran tali ketika digantung pada lintasan, semakin tinggi tali digantung maka semakin tinggi juga selisih panjang tali dari keadaan normal tanpa digantung.

##### b. Pengukuran dengan topofil

Mengukur kedalaman *pitch* dengan topofil relatif mudah dan akurat. Prinsip kerja topofil berdasarkan putaran roda odometer yang berputar sesuai dengan panjang benang yang ditarik, sehingga berapapun kedalaman *pitch* yang hendak diukur tidak mempengaruhi keakuratan jarak selama panjang benang mencukupi.

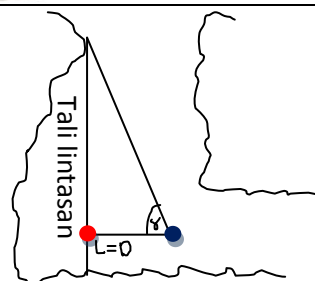
##### c. Metode triangulasi

Seperti konsep yang dipakai dalam pengukuran tinggi atap gua, dengan memanfaatkan klinometer dapat diperoleh sudut dari titik tertentu ke arah bibir luweng (*entrance*). Dari jarak antara *shooter* dan *stasioner* yang berada tepat dijatuhnya tali, tinggi lintasan dapat dihitung dengan menggunakan rumus trigonometri.

#### **Kasus pertama**

##### **Keterangan :**

- : *stasioner*   ● : *shooter*
- L : jarak datar
- ∅ : jarak ukur *tape meter*
- ∠ : sudut elevasi dari *shooter* ke titik *stasiun* di bibir luweng



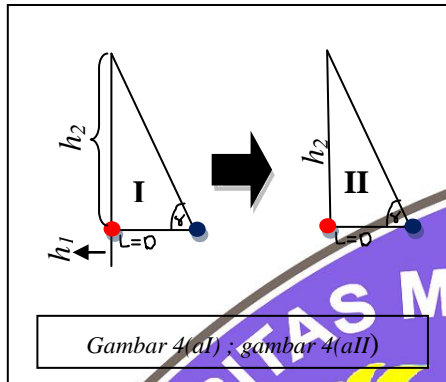
Gambar 4(a) pengukuran tinggi luweng dengan elevasi antara *shooter* dan *stasioner* bernilai  $0^\circ$  (posisi *shooter* sejajar *stasioner*)

**Penjelasan:**

Misalkan : Tinggi stasiun =  $h_1$

Tinggi dari titik stasiun ke *entrance* =  $h_2$

tinggi pitch = tinggi stasiun + tinggi dari titik stasiun ke *entrance  
 $= h_1 + h_2$*



Dari gambar 4(aI) diperoleh bahwa tinggi dari titik stasiun ke *entrance* adalah  $h_2$ . Dari pengukuran telah diperoleh jarak datar  $L$  yaitu :

$$L = D \cos \beta = D \times 1 = D$$

karena posisi antara *shooter* dan *stasioner* sejajar (sudut kemiringan ( $\beta$ ) =  $0^\circ$ ).

Telah didapat juga nilai  $\gamma$  dari hasil pengukuran sehingga dapat dihitung nilai  $h_2$  menggunakan rumus tangen, yaitu :

$$\tan \gamma = \frac{h_2}{L}$$

kemudian diperoleh

$$h_2 = L \times \tan \gamma$$

sehingga

$$\begin{aligned} \text{tinggi pitch} &= h_1 + h_2 \\ &= h_1 \times \tan \gamma \end{aligned}$$

**Kasus kedua****Keterangan :**

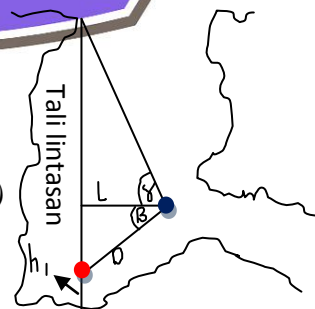
● : *stasioner*    ● : *shooter*

$L$  : jarak datar

$\circ$  : jarak ukur *tape meter*

$\gamma$  : sudut elevasi dari *shooter* ke titik stasiun di bibir luweng (*entrance*)

$\beta$  : sudut elevasi dari *shooter* ke titik stasiun tepat di jatuh tali



Gambar 4(b) pengukuran tinggi luweng dengan elevasi antara *shooter* dan *stasioner* bernilai negatif (posisi *shooter* lebih tinggi dari *stasioner*)

**Penjelasan:**

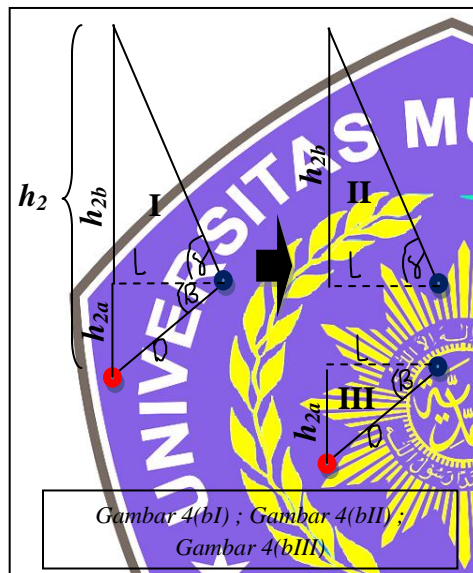
Misalkan : tinggi stasiun =  $h_1$

Tinggi dari titik stasiun ke *entrance* =  $h_2$

Jarak dari titik stasiun ke garis imajiner jarak datar antara *shooter* dan *stasioner* =  $h_{2a}$

Jarak dari garis imajiner jarak datar antara *shooter* dan *stasioner* ke *entrance* =  $h_{2b}$

tinggi *pitch* = tinggi stasiun + tinggi dari titik stasiun ke *entrance*  
 =  $h_1 + h_2$



Dari gambar di samping diperoleh

$$h_2 = h_{2b} + h_{2a}$$

Dan dari data hasil pengukuran yang dilakukan oleh *surveyor* telah diperoleh nilai  $D$  dan  $\beta$ . Dengan rumus cosinus dapat diperoleh jarak datar antara *shooter* dan *stasioner*, dimisalkan  $L$  yaitu :

$$\cos \beta = \frac{L}{D}$$

Sehingga dapat diperoleh

$$L = D \cos \beta.$$

Setelah nilai  $L$  didapat maka nilai  $h_{2a}$  dan  $h_{2b}$  dapat ditentukan.

Dari gambar 4(bII) diperoleh :

$$\tan \gamma = \frac{h_{2b}}{L}$$

$$h_{2b} = L \tan \gamma \dots\dots (*)$$

Dari gambar 4(bIII) diperoleh :

$$\tan(-\beta) = \frac{h_{2a}}{L}$$

$$h_{2a} = L \tan(-\beta)$$

$$= -L \tan \beta \dots\dots (identitas genap ganjil trigonometri)$$

Dari (\*) dan (\*\*) diperoleh :

$$h_2 = h_{2b} + h_{2a} = L \tan \gamma + (-L \tan \beta)$$

sehingga tinggi *pitch* pada saat  $\beta$  bernilai negatif yaitu :

$$\text{tinggi pitch} = h_1 + h_2 = h_1 + (L \tan \gamma - L \tan \beta)$$

### Kasus ketiga

#### Keterangan :

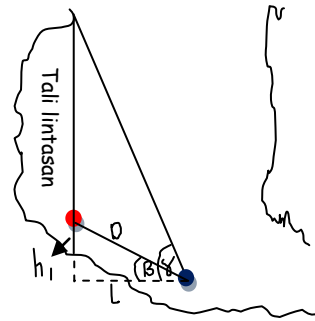
● : stasioner    ● : shooter

$L$  : jarak datar

$D$  : jarak ukur tape meter

$\gamma$  : sudut elevasi dari shooter ke titik stasioner dibibir luweng

$\beta$  : sudut elevasi dari shooter ke titik stasioner tepat di jatuh tali



Gambar 4(c) pengukuran tinggi luweng dengan elevasi antara shooter dan stasioner bernilai positif (posisi shooter lebih rendah dari stasioner)

#### Penjelasan :

Misalkan :

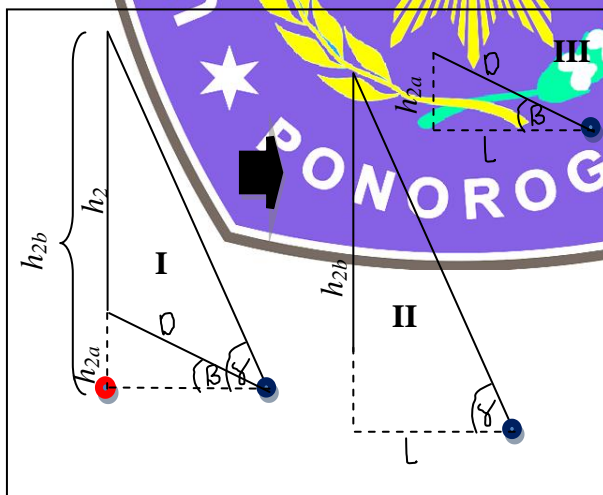
Tinggi stasioner =  $h_1$

Tinggi dari titik stasioner ke entrance =  $h_2$

Jarak dari titik stasioner ke garis imajiner jarak datar antara shooter dan stasioner =  $h_{2a}$

Jarak dari garis imajiner jarak datar antara shooter dan stasioner ke entrance =  $h_{2b}$

tinggi pitch = tinggi stasioner + tinggi dari titik stasioner ke entrance  
 $= h_1 + h_2$



Dari gambar 4(cI) diperoleh

$$h_2 = h_{2b} - h_{2a}$$

Dari data pengukuran yang dilakukan oleh surveyor diperoleh nilai  $D$  dan  $\beta$ . Dengan rumus cosinus dapat diperoleh jarak datar antara shooter dan stasioner.

Dengan  $\cos \beta = \frac{L}{D}$  dapat diperoleh  $L = D \cos \beta$ .

Gambar 4(cI) ; Gambar 4(cII) ; Gambar 4(cIII)

Setelah nilai  $L$  didapat maka nilai  $h_{2a}$  dan  $h_{2b}$  dapat ditentukan.

Dari gambar 4(cII) diperoleh :

$$\tan \gamma = \frac{h_{2b}}{L}$$

$$h_{2b} = L \tan \gamma \dots\dots (*)$$

Dari gambar 4(cIII) diperoleh :

$$\tan \beta = \frac{h_{2a}}{L}$$

$$h_{2a} = L \tan \beta \dots\dots (**)$$

Dari (\*) dan (\*\*) diperoleh :

$$h_2 = h_{2b} - h_{2a}$$

$$= L \tan \gamma - L \tan \beta$$

Sehingga tinggi *pitch* pada saat  $\beta$  bernilai positif yaitu :

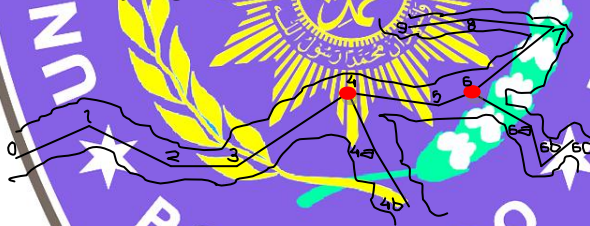
$$\text{tinggi pitch} = h_1 + h_2 = h_1 + L \tan \gamma - L \tan \beta$$

## 5. Pengukuran pada lorong bercabang

Gua tidak selalu terdiri dari satu lorong utama, seringkali gua memiliki percabangan lorong. Untuk memetakan kondisi gua seperti ini perlu adanya konsistensi *surveyor* untuk memilih salah satu lorong sebagai lorong utama dan lainnya sebagai lorong yang terpisah dari lorong utama. Untuk mengikat antara lorong utama dan lorong percabangan maka diperlukan penanda (*marker*). Penanda harus mudah dilihat dan dapat ditemukan ketika dilakukan survey ulang, contohnya adalah batuan gua yang ditumpuk sedemikian rupa.

**Keterangan :**

● : titik stasiun yang diberi markers



Gambar 5 penentuan titik stasiun pada lorong bercabang

Dari contoh gambar di atas terlihat bahwa *surveyor* secara konsisten memilih satu lorong utama yang ditandai dengan penamaan titik-titik stasiun dengan angka pokok yaitu 0,1,2,3, dan seterusnya hingga titik stasiun 9. Sedangkan lorong-lorong lainnya dianggap sebagai lorong percabangan yang diikat dengan titik stasiun pada lorong utama. Contoh kasus pada percabangan lorong pada sisi kanan titik stasiun 4, lorong tersebut dianggap lorong percabangan dan diikat dengan angka 4 pada penamaan titik stasiunnya, yaitu 4a, 4b, dan seterusnya. Sama persis dengan lorong yang berada pada sisi kanan titik stasiun 6.



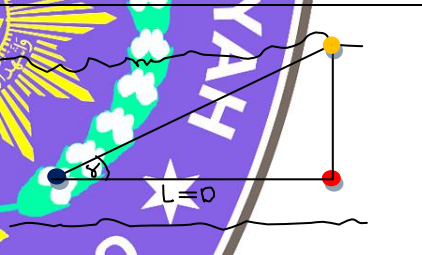
## 6. Pengukuran tinggi atap

Sesuai dengan standar yang dikeluarkan oleh BCRA (*British Cave Research Association*), memetakan gua dengan *grade 3 detail C* atau *3C* harus dilakukan pengukuran pada setiap detil lorong gua yang hendak dipetakan, termasuk didalamnya adalah tinggi atap gua. Untuk beberapa bagian gua yang memiliki lorong sempit ada kemungkinan tinggi atap gua masih dapat dijangkau oleh tangan *surveyor*. Namun untuk karakter gua yang memiliki lorong sangat tinggi, *surveyor* harus memiliki peralatan atau teknik khusus agar tetap dapat melakukan pengukuran. Salah satu hal yang dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan beberapa data yang telah direkam pada umumnya. Yaitu dengan memadukan jarak datar titik stasiun yang hendak diukur tinggi atapnya dengan titik stasiun sebelumnya dan sudut elevasi dari titik stasiun sebelumnya ke atap yang hendak diukur tingginya. Pada tahapan ini *surveyor* cukup mengukur sudut elevasi dari posisi *Shooter* ke atap di atas *stationer*, data berupa sudut dengan besaran derajat.

### Kasus pertama

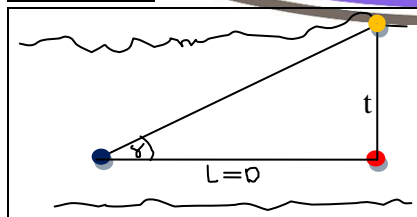
#### **Keterangan :**

- : *stationer*
- : *shooter*
- L : jarak datar
- : atap gua
- D : jarak ukur tape meter
- $\gamma$  : sudut elevasi dari *shooter* ke atap tepat di atas *stationer*



Gambar 6 (a) pengukuran tinggi atap gua dengan elevasi antara *shooter* dan *stationer* bernilai  $0^\circ$  (posisi *shooter* sejajar dengan *stationer*)

### Penjelasan :



Misalkan : Tinggi atap =  $t$

Dari gambar disamping telah didapat nilai  $\gamma$  dan  $D$  dari hasil pengukuran dilapangan. Dan  $L = D$  karena posisi *shooter* dan *stationer* sejajar ( $\beta = 0^\circ$ ).

Dengan melibatkan nilai  $\gamma$  dan  $L$ , nilai  $t$  dapat di hitung menggunakan rumus tangen sebagai berikut :

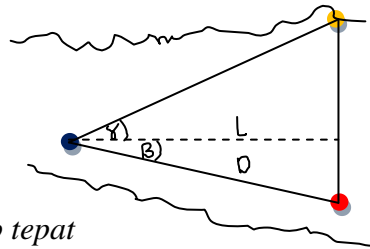
$$\tan \gamma = \frac{t}{L}$$

$$t = L \tan \gamma$$

### Kasus ke dua

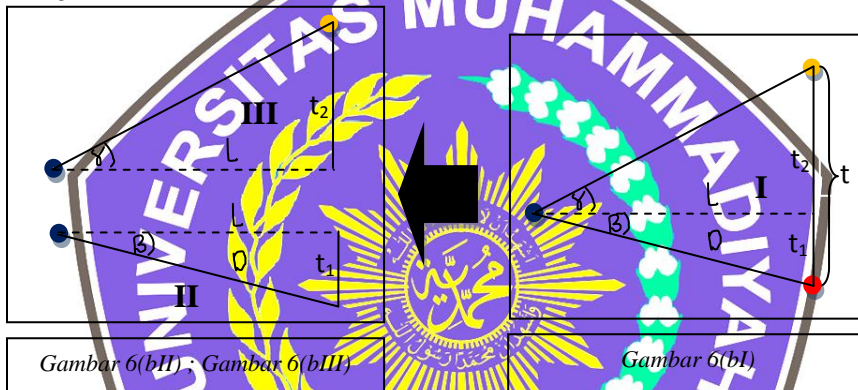
#### Keterangan :

- : stasioner      ● : shooter
- L : jarak datar      ● : atap gua
- D : jarak ukur tape meter
- $\beta$  : sudut elevasi dari shooter ke titik stasioner
- $\gamma$  : sudut elevasi dari shooter ke atap tepat di atas titik stasioner



Gambar 6 (b) pengukuran tinggi atap gua dengan elevasi antara shooter dan stasioner bernilai negatif (posisi shooter lebih tinggi dari stasioner)

#### Penjelasan :



Gambar 6(bII); Gambar 6(bIII)

Gambar 6(bI)

Misalkan tinggi atap =  $t$ . Berbeda dengan kondisi pertama yang memiliki nilai  $\beta = 0$  sehingga nilai  $L = D$  (jarak datar sama dengan jarak yang terukur dengan menggunakan tape meter), pada kasus ini ada dua sudut yang mempengaruhi nilai  $t$  secara keseluruhan, yaitu sudut antara *shooter* dan *stasioner* yang bernilai negatif  $(-\beta) = t_1$  dan sudut antara *shooter* dan atap gua  $(\gamma) = t_2$ . Dengan memanfaatkan nilai  $D$  dan  $(-\beta)$  yang diperoleh dari hasil pengukuran dapat dihitung panjang garis imajiner  $L$  seperti pada kasus-kasus sebelumnya yaitu  $L = D \cos(-\beta)$ . Dengan nilai  $L$  dapat juga dihitung nilai  $t = t_1 + t_2$ . Pada gambar 6(bII) sudah didapat nilai  $\beta$  yang bernilai negatif  $(-\beta)$  dari hasil pengukuran dan nilai  $L$  dari hasil perhitungan dapat dipadukan untuk menghitung nilai  $t_1$  dengan rumus tangen sebagai berikut :

$$\tan(-\beta) = \frac{t_1}{L}$$

$$t_1 = L \tan(-\beta)$$

$$= -L \tan(\beta) \dots\dots(\text{identitas ganjil genap trigonometri})$$

sedangkan nilai  $t_2$  dapat dihitung dari data yang terlihat di gambar 6(bIII) yaitu nilai  $L$  dari perhitungan dan nilai  $\gamma$  dari pengukuran lapangan sebagai berikut :  $\tan \gamma = \frac{t_2}{L}$

$$t_2 = L \tan \gamma \dots\dots(**)$$

Dari (\*) dan (\*\*) diperoleh :

$$\begin{aligned} t &= t_1 + t_2 \\ &= -L \tan \beta + L \tan \gamma \\ &= L \tan \gamma - L \tan \beta \end{aligned}$$

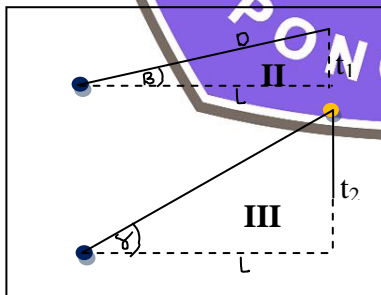
**Kasus ke tiga**

**Keterangan :**

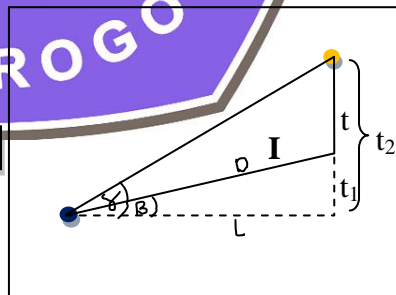
- : stasioner      ● : shooter
- : atap gua       $L$  : jarak datar
- $\beta$  : sudut elevasi dari shooter ke titik stasioner
- $D$  : jarak ukur tape meter
- $\gamma$  : sudut elevasi dari shooter ke atap tepat di atas titik stasioner

Gambar 6 (c) pengukuran tinggi atap gua dengan elevasi antara shooter dan stasioner bernilai positif (posisi shooter lebih rendah dari stasioner)

**Penjelasan :**



Gambar 6(cII) ; Gambar 6(cIII)



Gambar 6(cI)

Tinggi atap gua dihitung dari titik stasioner hingga ke atap gua yang tegak lurus dengan garis imajiner  $L$  atau tepat di atas titik stasioner dimana  $L = D \cos \beta$ . Misalkan tinggi atap gua disimbolkan dengan  $t$ .

terlihat bahwa  $t = t_2 - t_1$  dengan  $t_2$  adalah jarak dari atap hingga ke garis imajiner L dan  $t_1$  adalah jarak dari titik stasiun ke garis imajiner L seperti yang tersaji pada gambar I.

Dari gambar 6(cII) dapat diperoleh nilai dari  $t_1$  dengan memanfaatkan sudut  $\beta$  yang bergerak dikuadran I dan garis imajiner L sebagai berikut:

$$\tan \beta = \frac{t_1}{L}$$

$$t_1 = L \tan \beta \dots\dots(*) \text{ (bernilai positif)}$$

Dari gambar 6(cIII) dapat diperoleh nilai  $t_2$  dengan memanfaatkan sudut  $\gamma$  yang juga bergerak pada kuadran I dan garis imajiner L sebagai berikut:

$$\tan \gamma = \frac{t_2}{L}$$

$$t_2 = L \tan \gamma \dots\dots(**) \text{ (bernilai positif)}$$

Dari (\*) dan (\*\*) diperoleh :

$$\begin{aligned} t &= t_2 - t_1 \\ &= L \tan \gamma - L \tan \beta \end{aligned}$$

### Kasus ke empat

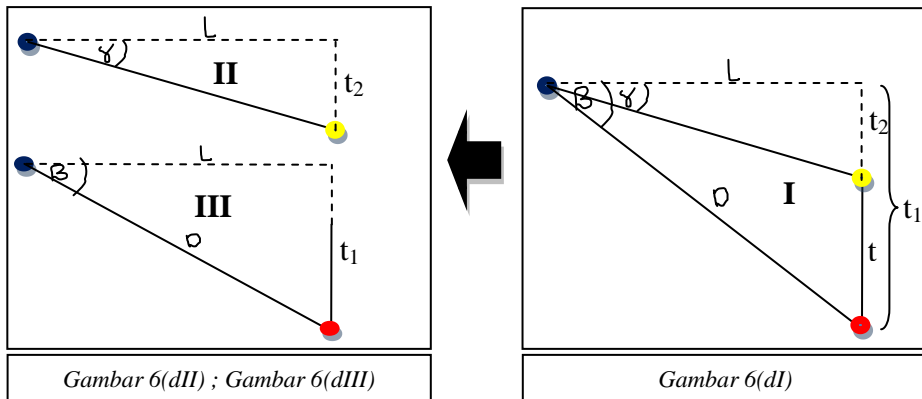
#### **Keterangan :**

- : stasiun
- ★ : shooter
- : atap gua
- L : jarak datar
- ∅ : jarak ukur tape meter
- ∠ : sudut elevasi dari shooter ke atap tepat di atas titik stasiun
- ∠ : sudut elevasi dari shooter ke titik stasiun

Gambar 6 (d) pengukuran tinggi atap gua dengan elevasi antara shooter dan stasiun bernilai negatif (posisi shooter lebih tinggi dari stasiun) dan posisi atap lebih rendah dari posisi shooter

#### **Penjelasan :**

Kasus seperti ini terjadi pada lorong-lorong *scramble* yang memiliki atap tidak lebih tinggi dari titik stasiun sebelumnya, dimana  $\beta$  dan  $\gamma$  sama-sama bertanda negatif karena bergerak pada kuadran IV.



Dari gambar 6(dI) terlihat bahwa tinggi atap  $t = t_1 - t_2$  dengan  $t_1$  adalah jarak dari titik stasiun ke garis imajiner L dan  $t_2$  adalah jarak dari atap ke garis imajiner L.

Dari gambar 6(dII) dapat dihitung nilai dari  $t_2$  sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \tan(-\gamma) &= \frac{t_2}{L} \\ t_2 &= L \tan(-\gamma) \\ &= -L \tan \gamma \dots\dots(\text{identitas ganjil genap trigonometri}) \end{aligned}$$

Dari gambar 6(dIII) dapat dihitung nilai dari  $t_1$  sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \tan(-\beta) &= \frac{t_1}{L} \\ t_1 &= L \tan(-\beta) \\ &= -L \tan \beta \dots\dots(\text{identitas ganjil genap trigonometri}) \end{aligned}$$

Dari (\*) dan (\*\*) diperoleh

$$\begin{aligned} t &= t_1 - t_2 = -L \tan \beta - (-L \tan \gamma) \\ &= L \tan \gamma - L \tan \beta \end{aligned}$$

Dari keempat kasus diatas diperoleh cara menghitung tinggi atap lorong sebagai berikut :

- Kasus ke satu, yaitu untuk pengukuran tinggi atap gua dengan elevasi antara shooter dan stasioner bernilai  $0^\circ$  (posisi shooter sejajar dengan stasioner diperoleh :

$$t = L \tan \gamma = L \tan \gamma - L \tan \beta, \gamma > 0, \beta = 0$$

- Kasus ke dua, yaitu untuk pengukuran tinggi atap gua dengan elevasi antara shooter dan stasioner bernilai negatif (posisi shooter lebih tinggi dari stasioner diperoleh :

$$t = L \tan \gamma - L \tan \beta, \gamma > 0, \beta < 0$$

- Kasus ke tiga, yaitu untuk pengukuran tinggi atap gua dengan elevasi antara shooter dan stasioner bernilai positif (posisi shooter lebih rendah dari stasioner) diperoleh :

$$t = L \tan \gamma - L \tan \beta, \gamma > 0, \beta > 0$$

- Kasus ke empat, yaitu untuk pengukuran tinggi atap gua dengan elevasi antara shooter dan stasioner bernilai negatif (posisi shooter lebih tinggi dari stasioner) dan posisi atap lebih rendah dari posisi shooter diperoleh :

$$t = L \tan \gamma - L \tan \beta, \gamma < 0, \beta < 0$$

Secara umum dapat dituliskan bahwa untuk menghitung tinggi atap gua adalah sebagai berikut :

$$t = L \tan(\pm\gamma) - L \tan(\pm\beta)$$

dengan nilai  $\gamma$  dan nilai  $\beta$  yang dimasukkan dalam perhitungan adalah nilai sesuai dengan angka dan arah kemiringan yang ditunjukkan pada klinometer.

**7. Pencatatan data**

Seluruh detil lorong gua yang telah diukur langsung dicatat pada tabel pengambilan data untuk kemudian diolah sebagai acuan penggambaran peta. Tabel pengambilan data dapat disajikan sebagai berikut :

**Tabel Pengambilan Data**

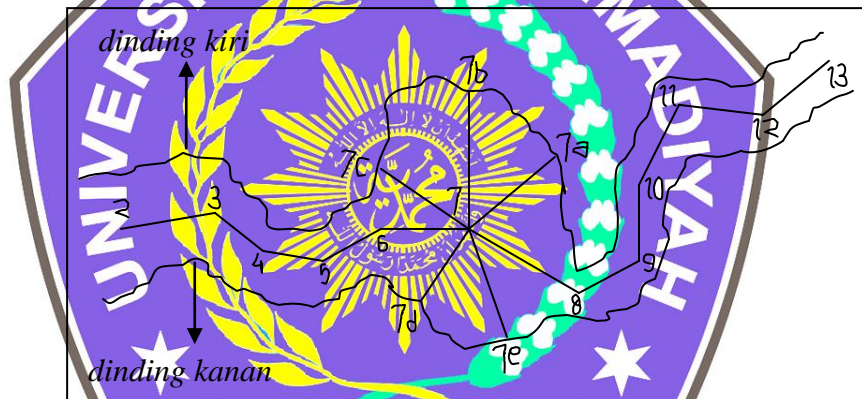
Nama gua : \_\_\_\_\_ Tanggal survey : \_\_\_\_\_  
 Lokasi : \_\_\_\_\_ Grade survey : \_\_\_\_\_  
 Surveyor : \_\_\_\_\_

Stasiun		Tape (m)	Kompas (°)	Clino (°)	← (m)	→ (m)	↑ (°) atau (m)	↓ (m)
Dari	Ke							

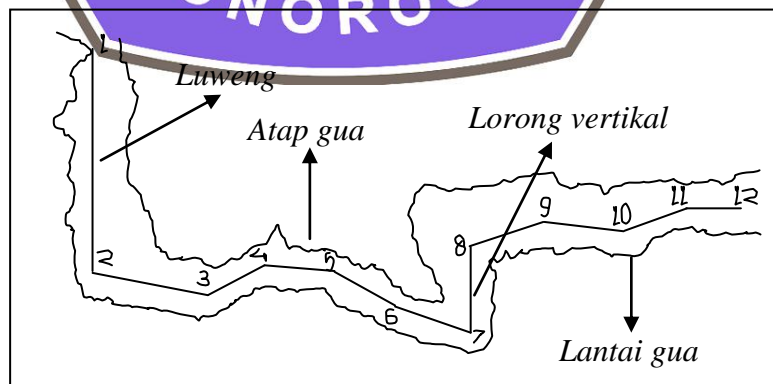
Tabel 1 tabel pengambilan data lapangan

## 8. Sketsa lorong

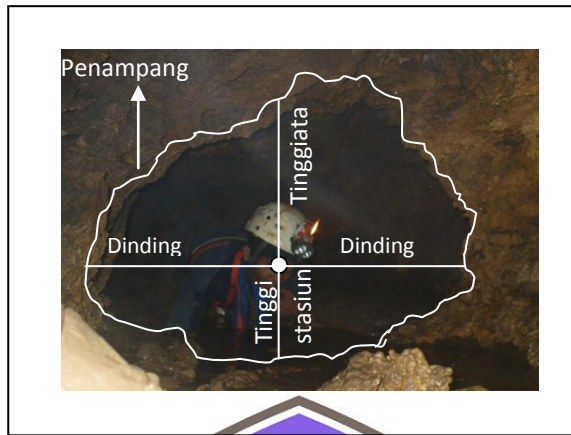
Setelah seluruh data berupa angka telah dikumpulkan oleh *surveyor* tidak serta merta peta gua dapat disajikan secara informatif tanpa adanya sketsa lorong gua. Adanya sketsa lorong gua dimaksudkan supaya orang lain selain *surveyor* gua itu sendiri mampu menginterpretasikan keadaan lorong dan karakteristik gua secara umum. Sketsa digambar oleh *descriptor* pada saat melakukan proses pengambilan data sesuai dengan keadaan lorong gua yang dipetakan. Sketsa yang perlu digambar oleh *descriptor* yaitu sketsa tampak samping (*extended section*), sketsa tampak atas (*plan section*), dan sketsa tampak depan atau penampang lorong (*cross section*). Sketsa juga dilengkapi dengan keterangan-keterangan berupa simbol-simbol mengenai keadaan lorong gua, adanya ornamen, arah aliran air, runtuhan, tumpukan guano di lorong gua dan situasi lainnya.



Gambar 7(a) contoh sketsa plan section



Gambar 7(b) contoh sketsa extended section



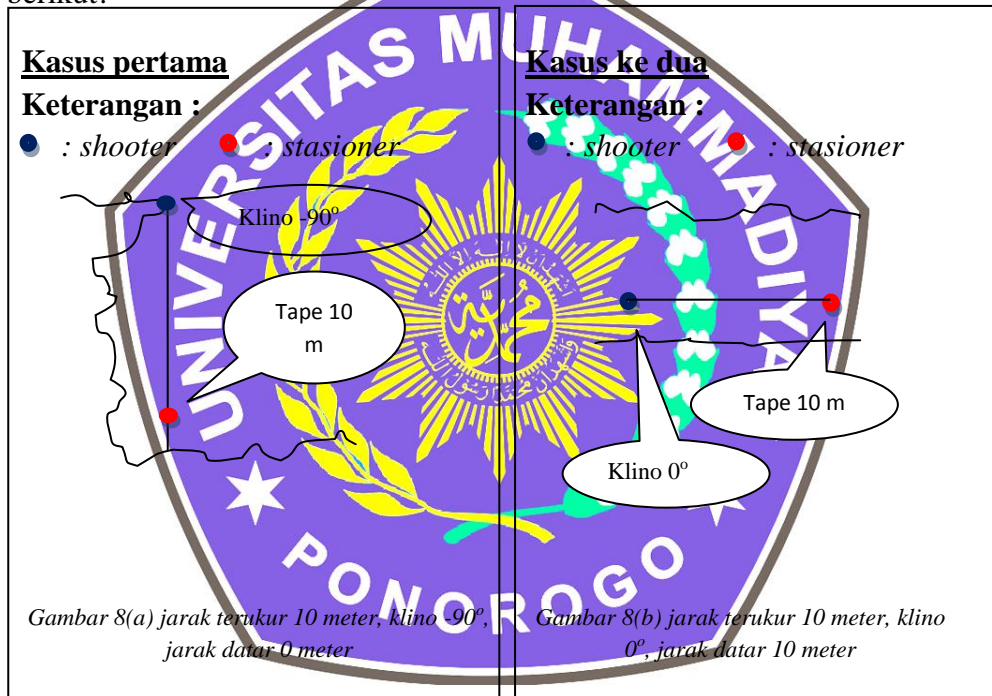
*Gambar 7(c) contoh sketsa cross section*

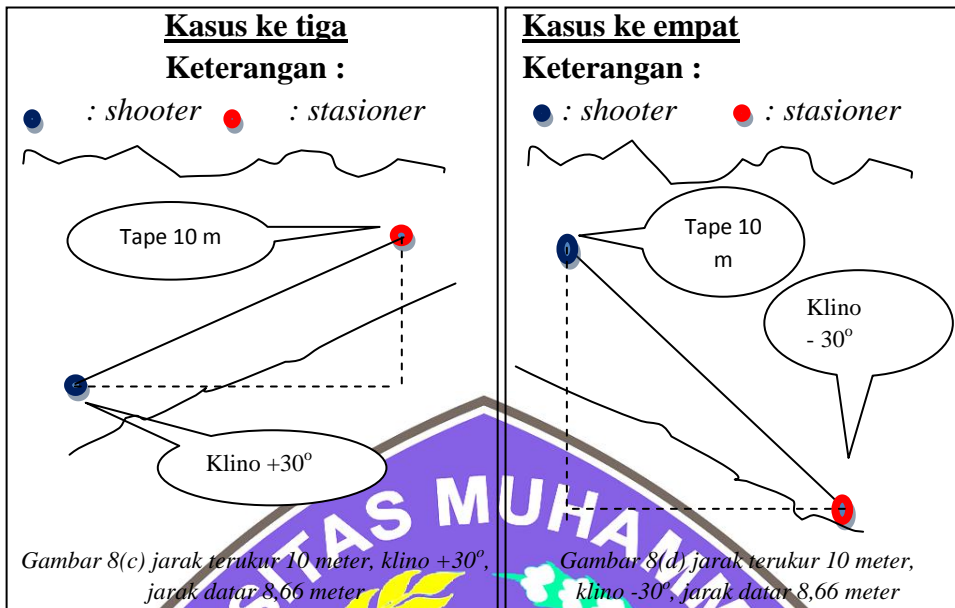




## E. Tahap Pengolahan Data

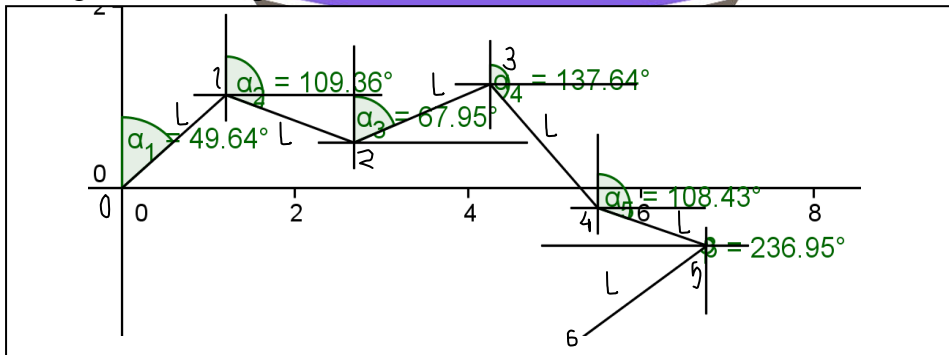
Pada tahap ini data diolah sehingga dapat dijadikan acuan dalam penggambaran peta gua sesuai dengan kebutuhannya. Pada peta *plan section* yang ingin diperlihatkan adalah perubahan arah lorong. Data yang dipergunakan pada peta *plan section* selain jarak antar titik stasiun adalah perubahan arah lorong yang diukur dengan menggunakan kompas. Peta *plan section* adalah peta yang diproyeksikan dari atas, sehingga jarak antar titik stasiun yang dipergunakan bukanlah jarak yang diperoleh dari pengukuran menggunakan *tape* meter melainkan jarak datar antara dua titik stasiun. Untuk lebih memperjelas pemahaman perhatikan ilustrasi berikut!





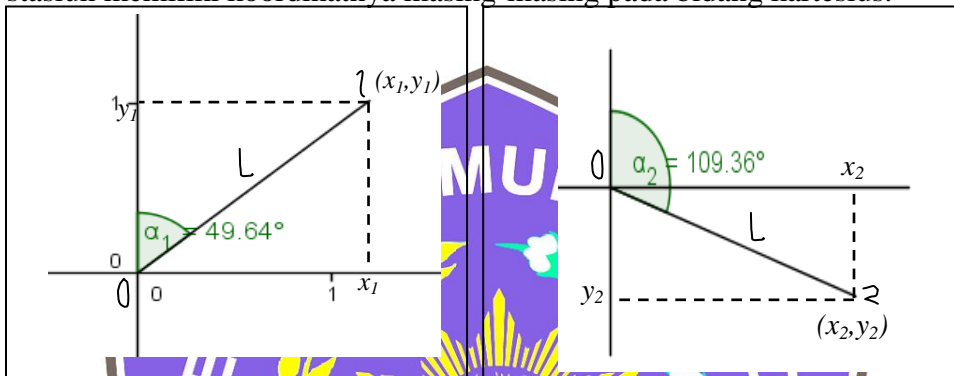
Pada kasus pertama ketika diproyeksikan dari atas maka akan terlihat bahwa kedua titik stasiun berhimpit di titik yang sama. Kasus kedua mengindikasikan bahwa jarak yang terukur sama dengan jarak pada saat diproyeksikan dari atas, sedangkan pada kasus ke tiga dan keempat meski memiliki perbedaan tanda pada pengukuran kemiringan lorong tetapi keduanya memiliki jarak yang sama ketika diproyeksikan dari atas. Disini terlihat bahwa jarak antara dua titik stasiun yang terlihat adalah jarak datarnya.

Fungsi peta plan yaitu menampakkan perubahan arah lorong. Maka garis L dilukis pada bidang kartesius  $R^2$  sesuai dengan arah yang ditunjukkan oleh kompas pada saat pengukuran lapangan dengan sumbu y sebagai titik  $0^\circ$ . Seperti ilustrasi berikut :



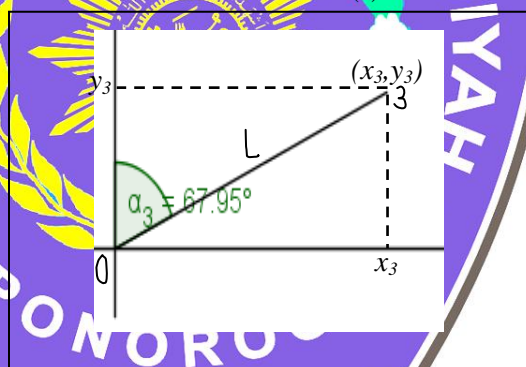
Gambar 9 ilustrasi titik-titik stasiun pada bidang kartesius

Gambar 9 memperlihatkan pergerakan titik-titik stasiun berdasarkan jarak datar antara dua titik stasiun yang membentuk sebuah garis dan arah garis yang membentuk sudut tertentu terhadap garis sumbu  $y$ . Pada gambar 9 terlihat bahwa titik stasiun 1 bergerak dari titik stasiun 0 sejauh  $L$  satuan menuju arah  $49,64^\circ$ , titik stasiun 2 bergerak dari titik stasiun 1 sejauh  $L$  satuan menuju arah  $109,36^\circ$ , titik stasiun 3 bergerak dari titik stasiun 2 sejauh  $L$  satuan menuju arah  $67,95^\circ$ , dan seterusnya sehingga tiap titik stasiun memiliki koordinatnya masing-masing pada bidang kartesius.



Gambar 9(a) koordinat stasiun 1

Gambar 9(b) koordinat stasiun 2

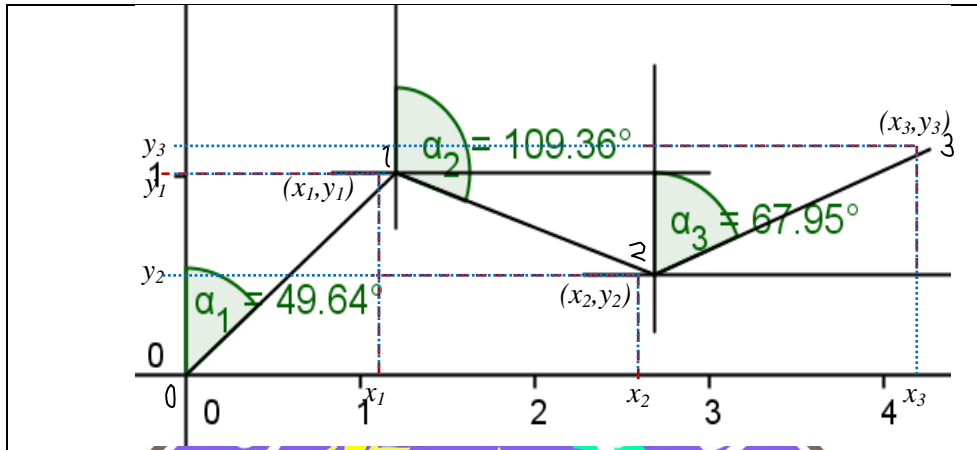


Gambar 9(c) koordinat stasiun 3

Stasiun 1 terletak pada koordinat  $(x_1, y_1)$ . Untuk mempermudah penempatan titik koordinat pada saat penggambaran di bidang kartesius absis  $x$  dan ordinat  $y$  dapat diperoleh dengan melibatkan jarak datar antar stasiun dan sudut perubahan lorong menggunakan rumus sinus dan cosinus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{absis } (x) &= L \sin \alpha \\ \text{ordinat } (y) &= L \cos \alpha \end{aligned}$$

Titik stasiun  $n$  selalu diikat pada titik stasiun  $n-1$  sehingga seluruh titik stasiun saling terhubung seperti pada gambar 9. Titik- titik stasiun tersebut dapat digabungkan pada satu bidang kartesius dengan menjumlahkan absis dan ordinat antar titik-tik stasiun seperti ilustrasi dibawah ini :



Gambar 9(d) titik stasiun pada satu bidang kartesius

Pada masing-masing bidang kartesius absis  $x$  pada :

$$\text{stasiun 1} = L \sin \alpha_1 ; \text{stasiun 2} = L \sin \alpha_2 ; \text{stasiun 3} = L \sin \alpha_3$$

Ketika titik-titik stasiun dilukis pada satu bidang kartesius terlihat bahwa absis  $x_2$  adalah  $L \sin \alpha_2$  lebih panjang dari  $x_1 = L \sin \alpha_1$  dan absis  $x_3$  adalah  $L \sin \alpha_3$  lebih panjang dari  $L \sin \alpha_1 + L \sin \alpha_2 = \text{absis } x_1 + \text{absis } x_2$ . Dari sini terlihat sebuah pola bahwa absis  $x$  pada stasiun  $n = \text{absis } x_1 + \text{absis } x_2 + \text{absis } x_3 + \dots + \text{absis } x_{n-1} + \text{absis } x_n = \sum_{i=0}^n \text{absis } x_i$ .

Pada masing-masing bidang kartesius ordinat  $y$  pada :

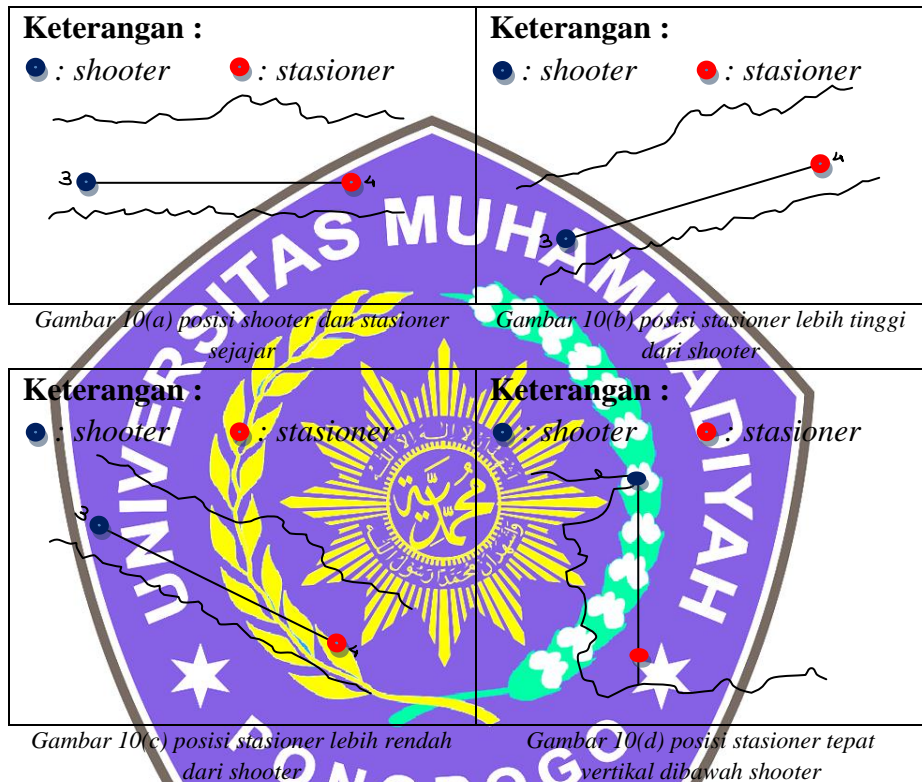
$$\text{stasiun 1} = L \cos \alpha_1 ; \text{stasiun 2} = L \cos \alpha_2 ; \text{stasiun 3} = L \cos \alpha_3$$

Ketika titik-titik stasiun dilukis pada satu bidang kartesius terlihat bahwa ordinat  $y_2$  adalah  $L \cos \alpha_2$  lebih panjang dari  $y_1 = L \cos \alpha_1$  dan ordinat  $y_3$  adalah  $L \cos \alpha_3$  lebih panjang dari  $L \cos \alpha_1 + L \cos \alpha_2 = \text{ordinat } y_1 + \text{ordinat } y_2$ . Dari sini terlihat sebuah pola bahwa absis  $y$  pada stasiun  $n = \text{ordinat } y_1 + \text{ordinat } y_2 + \dots + \text{ordinat } y_{n-1} + \text{ordinat } y_n = \sum_{i=0}^n \text{ordinat } y_i$ .

Sehingga penempatan titik-titik koordinat pada satu bidang kartesius  $\mathbb{R}^2$  untuk peta *plan section* untuk titik stasiun  $n$  adalah :

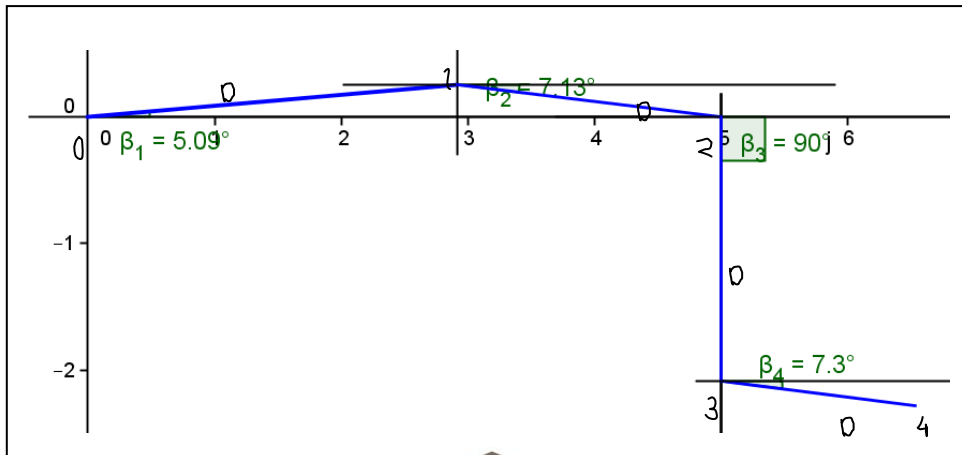
$$(x_n, y_n) = (\sum_{i=0}^n \text{absis } x_i, \sum_{i=0}^n \text{ordinat } y_i)$$

*Extended section* adalah peta gua yang memproyeksikan lorong dari samping. Berbeda dengan peta *plan section* yang menampilkan jarak datar antar stasiun, karena *extended section* diproyeksikan dari samping maka jarak antar stasiun yang terlihat tetaplah jarak yang terukur oleh meteran *surveyor*. Ilustrasi pada *extended section* tampak pada gambar dibawah ini :



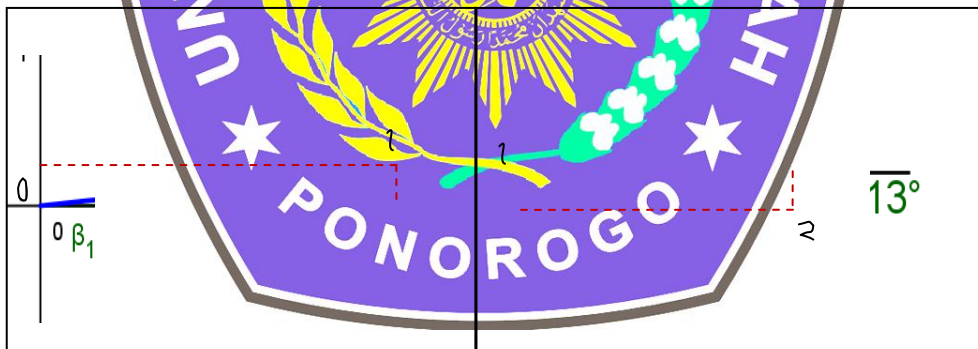
Dari ilustrasi gambar di atas terlihat bahwa seperti apapun posisi *stasioner* terhadap *shooter* tidak mempengaruhi jarak perpindahan antar dua titik stasiun sehingga pada peta *extended section* ini yang digunakan adalah jarak yang terukur oleh *tape meter surveyor*.

Peta *extended section* menggunakan sumbu absis  $x$  sebagai titik  $0^\circ$ , dan ordinat  $y$  sebagai indikasi perubahan elevasi lorong, ordinat  $y$  menuju arah positif apabila lorong menanjak dan menuju arah negatif jika lorong menurun.



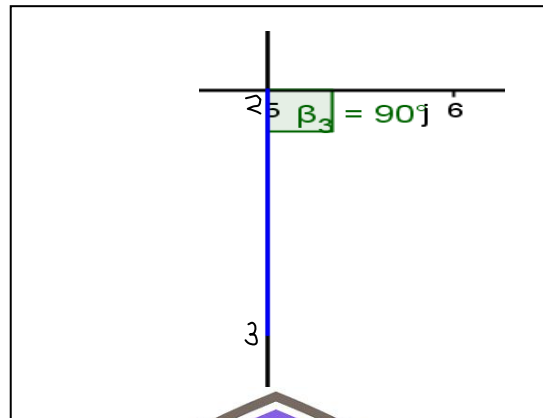
Gambar 11 ilustrasi titik-titik stasiun pada bidang kartesius

Gambar 11 memperlihatkan pergerakan titik-titik stasiun berdasarkan perpindahan yang terukur antara dua titik stasiun yang membentuk sebuah garis dan arah garis yang membentuk sudut tertentu terhadap garis sumbu  $y$ . Pada gambar 9 terlihat bahwa titik stasiun 1 bergerak dari titik stasiun 0 sejauh  $D$  dengan kemiringan  $+5,09$ , titik stasiun 2 bergerak dari titik stasiun 1 sejauh  $D$  satuan dengan kemiringan  $-7,13^\circ$ , titik stasiun 3 bergerak dari titik stasiun 2 sejauh  $D$  satuan dengan kemiringan  $-90^\circ$ , dan seterusnya sehingga tiap titik stasiun memiliki koordinatnya masing-masing pada bidang kartesius.



Gambar 11(a) koordinat stasiun 1

Gambar 11(b) koordinat stasiun 2

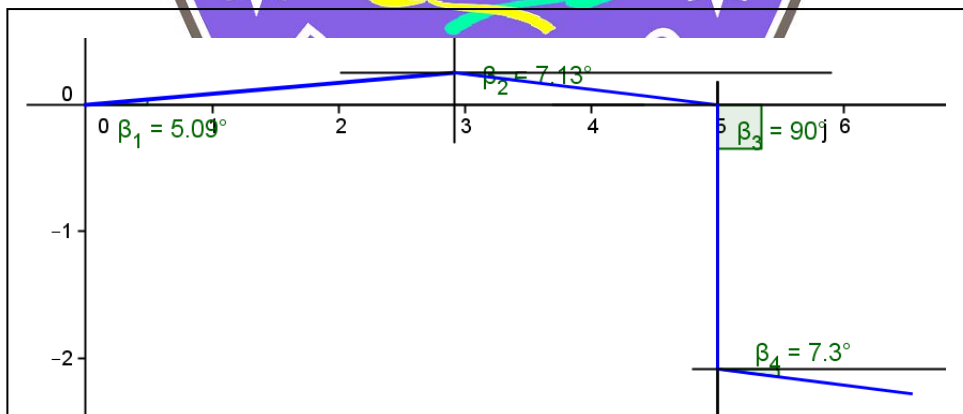


Gambar 11(c) koordinat stasiun 3

Stasiun 1 terletak pada koordinat  $(x_1, y_1)$ . Untuk mempermudah penempatan titik koordinat pada saat penggambaran di bidang kartesius absis  $x$  dan ordinat  $y$  dapat diperoleh dengan melibatkan jarak antar stasiun ( $D$ ) dan sudut elevasi lorong menggunakan rumus sinus dan cosinus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{absis } (x) &= D \cos \beta \\ \text{ordinat } (y) &= D \sin \beta \end{aligned}$$

Titik stasiun  $n$  selalu diikat pada titik stasiun  $n-1$  sehingga seluruh titik stasiun saling terhubung seperti pada gambar 11. Titik-titik stasiun tersebut dapat digabungkan pada satu bidang kartesius dengan menjumlahkan absis dan ordinat antar titik-titik stasiun seperti ilustrasi dibawah ini :



Gambar 12 ilustrasi titik-titik stasiun pada bidang kartesius

Pada masing-masing bidang kartesius absis  $x$  pada :

$$\boxed{\text{stasiun 1} = D \cos \beta_1; \text{stasiun 2} = D \cos \beta_2; \text{stasiun 3} = D \cos \beta_3}$$

Ketika titik-titik stasiun dilukis pada satu bidang kartesius terlihat bahwa absis  $x_2$  adalah  $D \cos \beta_2$  lebih panjang dari  $x_1 = D \cos \beta_1$  dan absis  $x_3$  adalah  $D \cos \beta_3$  lebih panjang dari  $D \cos \beta_1 + D \cos \beta_2 = \text{absis } x_1 + \text{absis } x_2$ . Dari sini terlihat sebuah pola bahwa absis  $x$  pada stasiun  $n = \text{absis } x_1 + \text{absis } x_2 + \text{absis } x_3 + \dots + \text{absis } x_{n-1} + \text{absis } x_n = \sum_{i=0}^n \text{absis } x_i$ .

Pada masing-masing bidang kartesius ordinat  $y$  pada :

$$\boxed{\text{stasiun 1} = D \sin \beta_1; \text{stasiun 2} = D \sin \beta_2; \text{stasiun 3} = D \sin \beta_3}$$

Ketika titik-titik stasiun dilukis pada satu bidang kartesius terlihat bahwa ordinat  $y_2$  adalah  $D \sin \beta_2$  lebih panjang dari  $y_1 = D \sin \beta_1$  dan absis  $y_3$  adalah  $D \sin \beta_3$  lebih panjang dari  $D \sin \beta_1 + D \sin \beta_2 = \text{ordinat } y_1 + \text{ordinat } y_2$ . Dari sini terlihat sebuah pola bahwa absis  $y$  pada stasiun  $n = \text{ordinat } y_1 + \text{ordinat } y_2 + \dots + \text{ordinat } y_{n-1} + \text{ordinat } y_n = \sum_{i=0}^n \text{ordinat } y_i$ .

Sehingga penempatan titik-titik koordinat pada satu bidang kartesius  $R^2$  untuk peta *extended section* untuk titik stasiun  $n$  adalah :

$$(x_n, y_n) = (\sum_{i=0}^n \text{absis } x_i, \sum_{i=0}^n \text{ordinat } y_i)$$

Penampang *cross section* merupakan irisan lorong gua yang diproyeksikan dari depan sehingga pada peta jenis ini terlihat dengan jelas lebar lorong baik secara vertikal dari lantai gua ke lorong gua maupun horisontal dari dinding kanan ke dinding kiri. Data yang dibutuhkan untuk menggambarkan irisan penampang lorong gua (*cross section*) adalah jarak titik stasiun ke dinding kanan lorong dan kiri lorong, jarak titik stasiun ke atap lorong dan lantai lorong serta sketsa lorong.



**WORK SHEET PENGOLAHAN DATA**

Nama Gua	: Gua Apa	Kecamatan	: Tulakan
Tanggal Mapping	: 23 -26 Januari 2013	Kabupaten	: Pacitan
Dusun	: Krajan	Surveyor	: Ana, Inu, Ani, Ari
Desa	: Kluwih	Grade Peta	: 3 D

Lembar : 1 – 3

**ENTRANCE/CHAMBER/LORONG\***

Station		Tap e	Ko- m- pas	Clin o	Jara k Data r	X	Y	H	Stasiun	Passage
Da ri	Ke	D	$\alpha$	B	L=D · cos $\beta$	L sin $\alpha$	L cos $\alpha$	D sin $\beta$	Wall	
									kan an	Ki ri
										ata s
										Bawa h

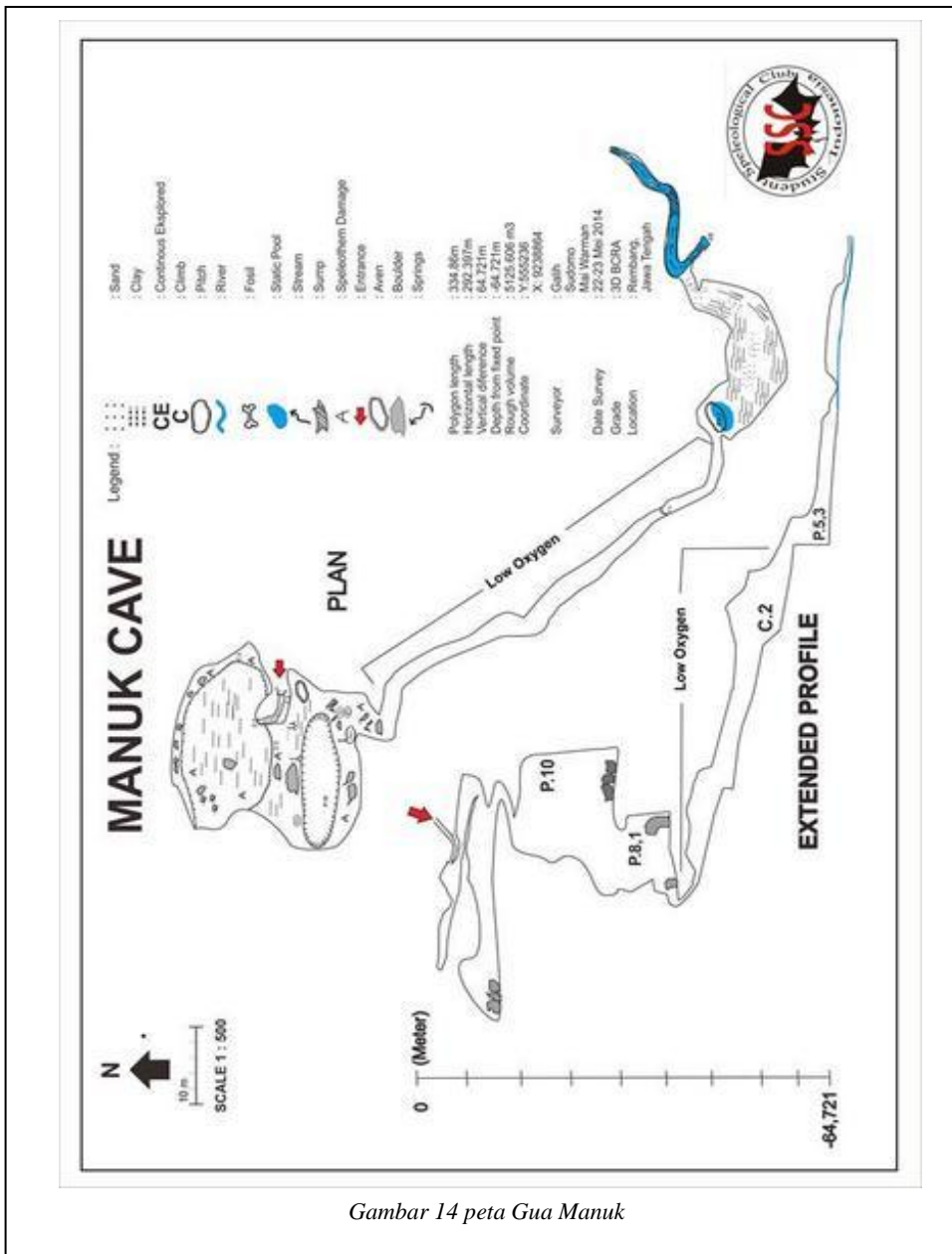
Note: \* pilih salah satu sesuai daerah yang dipetakan  
Rumus atas :  $t = (L \times \tan(\pm\gamma)) - (L \times \tan(\pm\beta))$   
(nilai  $\gamma$  dan  $\beta$  sesuai dengan hasil pengukuran)

Gambar 13 worksheet pengolahan data

### F. Tahap Penggambaran Peta

Supaya lebih informatif peta gua dua dimensi harus menyajikan gambar dari beberapa sudut pandang, oleh karena itu di buatlah peta gua yang diproyeksikan dari atas, samping, dan depan berupa peta *plan section*, *extended section* dan *cross section*. Pada *plan section* tiap titik stasiun yang terlukis pada bidang kartesius dilengkapi dengan jarak dari titik stasiun ke dinding kanan dan kiri. Jarak ini digunakan sebagai acuan dalam penggambaran sketsa lorong. Untuk *extended section* yang digunakan untuk acuan penggambaran sketsa adalah tinggi stasiun dan tinggi atap dari titik stasiun. Dan pada *cross section* data yang digunakan adalah tinggi stasiun, tinggi atap dan jarak dinding kanan kiri dari titik

stasiun. Setelah seluruh *centerline* dilengkapi dengan sketsa maka peta dapat disajikan dengan informasi-informasi pendukung seperti skala peta, penunjuk arah utara peta dan legenda peta. Sebagai contoh peta disajikan seperti gambar dibawah.



Gambar 14 peta Gua Manuk

## *Glosarium*

**Absis** adalah angka yang menunjukkan posisi suatu titik yang berada pada sumbu  $x$

**BCRA (British Cave Research Assosiation)** adalah assosiasi peneliti gua dari Negara Inggris

**Centerline** adalah garis tengah

**Chamber** adalah suatu bagian lorong yang relatif lebih lebar dibandingkan dengan bagian lorong pada umumnya

**Klino/Clino/clinometers** adalah alat untuk mengukur kemiringan medan

**Cross section** adalah bentuk sayatan lorong yang dilihat dari depan

**Descriptor** adalah surveyor yang bertugas mencatat semua hasil pengukuran pada buku catatan, dan juga menggambar sketsa lorong baik sketsa tampak samping, tampak atas dan juga penampang lorong (cross section)

**Entrance** adalah pintu gua / mulut gua

**Extended section** adalah peta tampak samping yang menggambarkan panjang lorong dan kemiringan lorong

**Grade** adalah tingkatan-tingkatan atau penggolongan survey yang menunjukkan tingkat akurasi yang dapat dicapai pada pengukuran sudut dan jarak antara dua stasiun survey

**Lorong scramble** adalah lorong dengan derajat kemiringan yang besar

**Luweng** adalah gua vertikal

**Marker** adalah penanda titik stasiun

**Ordinat** adalah angka suatu titik pada sumbu  $y$

**Ornament atau speleothem** adalah bentukan yang terjadi didalam lorong gua yang disebabkan oleh adanya aktivitas sedimentasi dan kristalisasi

**Pitch** adalah lorong vertikal, jurang atau air terjun yang cukup dalam

**Plan section** adalah peta tampak atas yang menggambarkan arah dan bentuk lorong gua

**Shooter** adalah surveyor yang bertugas membidik sasaran dan membaca instrumen-instrumen pengukuran, kemudian menyampaikan hasil pembacaan kepada descriptor

**Stasioner** adalah surveyor yang bertugas sebagai sasaran bidik bagi shooter

**Stasiun survey/titik stasiun** adalah suatu titik pada lorong gua dimana data survey dikumpulkan

**Surveyor** adalah orang atau sekelompok orang yang melakukan survey atau eksplorasi pada gua

**Tape** adalah jarak antar stasiun

**Topofil** adalah alat untuk mengukur jarak yang dilengkapi dengan seutas benang yang saat ditarik menggerakkan odometer yang menunjukkan jarak lintasan



## DAFTAR PUSTAKA

- Firdauzy, A. A., Zuharnaen. 2020. *Aplikasi Kartografi Dalam Survey Dan Teknik Pemetaan Gua Horizontal Studi Kasus : Gua Nguwik Di Desa Donorejo Kecamatan Kaligesing Kabupaten Purworejo*. Jurnal Bumi Indonesia vol 9 No. 1 (92-101). <http://lib.geo.ugm.ac.id/ojs/index.php/jbi/article/view/1169>
- Himpunan Kegiatan Speleologi. 2007. *Kursus Dasar dan Lanjutan Teknik Penelusuran Gua dan Lingkungan*. Jogjakarta : Hikespi.
- Irmayanti, dkk. 2021. *Teori Dan Aplikasi Kalkulus Dasar*. Aceh: Yayasan Penerbit Muhammad Zaini.
- Labib, M. A., Fitriani, D., Suprianto, A., Sahrina, A., Effendi, S., Hidayat, K., Irianto, P. A., Aulya, A., Romadhoni, A., Triyono, J. A. 2020. *Karakteristik Lorong Vertikal Dan Chambers Gua Karst Kabupaten Malang*. Jurnal Geografi, Edukasi dan Lingkungan (JGEL) vol 4, no. 2 (50-60). <https://doi.org/10.22236/jgel.v4i2.4808>
- Laksmiana, E. E. 2005. *Stasiun Nol : Teknik Teknik Pemetaan dan Survey Hidrologi Gua*. Yogyakarta : Megalith Books dan Acintyacunyata Speleological Club.
- Mauluddin, A., Supriadi, I. 2020. *Pembangunan Aplikasi Pengukur Ketinggian Benda Berbasis Android dengan Menggunakan Metode Trigonometri*. Jurnal INFORMASI (Jurnal Informatika dan Sistem Informasi) vol 12 No. 1 (11-24).
- Purnomo, D. 2016. *Trigonometri (Ilmu Ukur Sudut)*. Malang: Penerbit Gunung Samudera.
- Sudaryono. 2015. *Kalkulus Diferensial Dan Integral*. Jakarta : Kencana.
- Suryawan, H. P. 2016. *Kalkulus Diferensial*. Yogyakarta: Sanata Dharma University Press.

Uca., Angriani, R. 2018. *Pemetaan Gua Kalibbong Aloa Kawasan Karst Pangkep*. Jurnal Sainsmat vol VII No. 2 (92-101).  
<http://ojs.unm.ac.id/index.php/sainsmat>





**Lampiran 4. VALIDITAS PRODUK**

- a. Lembar Validasi Ahli Materi
- b. Lembar Validasi Ahli Media
- c. Hasil Ujicoba Produk
- d. Angket Respon Surveyor

a. Lembar Validasi Ahli Materi

**ANGKET VALIDASI (AHLI MATERI)**

**Pedoman Akurasi Pemetaan Gua Grade 3C BCRA dengan Penerapan Fungsi Trigonometri Dan Koordinat Kartesius**

**Judul penelitian** : Pengembangan Pedoman Akurasi Pemetaan Gua Grade 3C BCRA dengan Penerapan Fungsi Trigonometri Dan Koordinat Kartesius

**Penyusun** : Wiwik Sulistyawati

**Pembimbing** : Dr. Sumaji, M.Pd dan Uki Suhendar, M.Pd

**Instansi** : FKIP/Pendidikan Matematika Universitas Muhammadiyah Ponorogo

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan akan dibuatnya **Pedoman Akurasi Pemetaan Gua Grade 3C BCRA dengan Penerapan Fungsi Trigonometri Dan Koordinat Kartesius**, maka melalui instrumen ini Bapak/Ibu kami mohon untuk memberikan penilaian terhadap Pedoman yang telah dibuat tersebut. Penilaian dari Bapak/Ibu akan digunakan sebagai validasi dan masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas Pedoman ini sehingga bisa diketahui layak atau tidak Pedoman tersebut digunakan dalam dunia speleologi. Aspek penilaian Pedoman inidiadaptasi dari komponen penilaian aspek kelayakan isi, kelayakan penyajian, dan kelayakan kebahasaan bahan ajar oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BNSP).

**PETUNJUK PENGISIAN ANGKET**

Bapak/Ibu kami mohon memberikan tanda *check list* (√) pada kolom yang sesuai pada setiap butir penilaian dengan keterangan sebagai berikut :

**Skor 4 : Sangat Baik**

**Skor 3 : Baik**

**Skor 2 : Kurang**

**Skor 1 : Sangat Kurang**

Sebelum melakukan penilaian, Bapak/Ibu kami mohon identitas secara lengkap terlebih dahulu.

Nama : Erika Eka Santi  
 NIP : 198112122015092003#  
 Instansi : Universitas Muhammadiyah Ponorogo



## I. ASPEK KELAYAKAN ISI

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Penilaian			
		1	2	3	4
		SK	K	B	SB
A. Kesesuaian materi dengan konsep Speleologi dan Matematis	1. Kelengkapan materi ..... .....				✓
	2. Keluasan materi ..... .....				✓
	3. Kedalaman materi ..... .....				✓
B. Keakuratan Materi	4. Keakuratan konsep dan definisi ..... .....		✓		
	5. Keakuratan gambar, diagram, dan ilustrasi ..... .....				✓
C. Kemutakhiran Materi	6. Gambar, diagram, dan ilustrasi dalam kehidupan sehari-hari ..... .....				✓
	7. Menggunakan contoh dan kasus yang terdapat dalam kehidupan sehari-hari ..... .....				✓
D. Mendorong Keingintahuan	8. Mendorong rasa ingin tahu ..... .....				✓
	9. Menciptakan kemampuan bertanya ..... .....				✓

## II. ASPEK KELAYAKAN PENYAJIAN

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Penilaian			
		1	2	3	4
		SK	K	B	SB
A. Teknik Penyajian	1. Keruntutan konsep Penulisan notasi matematis..... sebaiknya menggunakan equation.....			✓	
B. Pendukung	2. Contoh-contoh kasus				✓

<b>Penyajian</b>	..... .....				
	3. Penjelasan dan penjabaran contoh kasus ..... .....				✓
	4. Pengantar ..... .....				✓
	5. Daftar pustaka ..... .....				✓
<b>C. Koherensi dan Keruntutan Alur Pikir</b>	6. Keruntutan antar alinea ..... .....			✓	
	7. Keutuhan makna dalam alinea ..... .....				✓

### III. ASPEK KELAYAKAN BAHASA

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Penilaian			
		1	2	3	4
		SK	K	B	SB
<b>A. Lugas</b>	1. Ketepatan struktur kalimat ..... .....			✓	
	2. Keefektifan kalimat ..... .....			✓	
	3. Kebakuan istilah ..... .....			✓	
<b>B. Komunikatif</b>	4. Pemahaman terhadap pesan atau informasi ..... .....			✓	
<b>C. Dialogis dan Interaktif</b>	5. Kemampuan memotivasi pembaca ..... .....				✓
<b>D. Kesesuaian dengan Pembaca</b>	6. Kesesuaian dengan intelektual pembaca ..... .....			✓	
<b>E. Kesesuaian dengan</b>	7. Ketepatan tata bahasa ..... .....			✓	

Kaidah Bahasa	.....				
	8. Ketepatan ejaan			✓	
	.....				

**PERTANYAAN PENDUKUNG**

1. Bapak/Ibu juga dimohon menjawab pertanyaan dibawah ini.
  - a. Apakah konsep-konsep penggunaan teori trigonometri, koordinat kartesius dan pemetaan gua dalam Pedoman Akurasi Pemetaan Gua Grade 3C BCRA dengan Penerapan Fungsi Trigonometri Dan Koordinat Kartesius sudah tepat?  
 .....  
 Sudah sesuai kecuali pada hal-hal yg ditandai  
 .....  
 Menurut Bapak/Ibu apakah kekurangan dari Pedoman Akurasi Pemetaan Gua Grade 3C BCRA dengan Penerapan Fungsi Trigonometri Dan Koordinat Kartesius ini?  
 Penyajian / penulisan kurang sesuai spt penulisan keterangan gambar dapat menggunakan font yg lebih kecil
  - b. Adakah saran pengembangan atau harapan tentang Pedoman Akurasi Pemetaan Gua Grade 3C BCRA dengan Penerapan Fungsi Trigonometri Dan Koordinat Kartesius ini?  
 Diperbaiki konsep dan penulisan


2. Bapak/Ibu dimohon memberikan tanda *check list* (✓) untuk memberikan kesimpulan terhadap Pedoman Akurasi Pemetaan Gua Grade 3C BCRA dengan Penerapan Fungsi Trigonometri Dan Koordinat Kartesius.

Kesimpulan

Pedoman Belum Dapat Digunakan	
Pedoman Dapat Digunakan Dengan Revisi	✓
Pedoman Dapat Digunakan Tanpa Revisi	

Ponorogo, 14 Juni 2022

Validator materi

  
 Erika Elca Santi, M.Si  
 NIP. 19811212 200504 2003

.....Terima kasih.....

### ANGKET VALIDASI (AHLI MATERI)

#### Pedoman Akurasi Pemetaan Gua Grade 3C BCRA dengan Penerapan Fungsi Trigonometri Dan Koordinat Kartesius

**Judul penelitian** : Pengembangan Pedoman Akurasi Pemetaan Gua Grade 3C BCRA dengan Penerapan Fungsi Trigonometri Dan Koordinat Kartesius

**Penyusun** : Wiwik Sulistyawati

**Pembimbing** : Dr. Sumaji, M.Pd dan Uki Suhendar, M.Pd

**Instansi** : FKIP/Pendidikan Matematika Universitas Muhammadiyah Ponorogo

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan akan dibuatnya **Pedoman Akurasi Pemetaan Gua Grade 3C BCRA dengan Penerapan Fungsi Trigonometri Dan Koordinat Kartesius**, maka melalui instrumen ini Bapak/Ibu kami mohon untuk memberikan penilaian terhadap Pedoman yang telah dibuat tersebut. Penilaian dari Bapak/Ibu akan digunakan sebagai validasi dan masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas Pedoman ini sehingga bisa diketahui layak atau tidak Pedoman tersebut digunakan dalam dunia speleologi. Aspek penilaian Pedoman ini diadaptasi dari komponen penilaian aspek kelayakan isi, kelayakan penyajian, dan kelayakan kebahasaan bahan ajar oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BNSP).

#### PETUNJUK PENGISIAN ANGGKET

Bapak/Ibu kami mohon memberikan tanda *check list* (√) pada kolom yang sesuai pada setiap butir penilaian dengan keterangan sebagai berikut :

**Skor 4 : Sangat Baik**

**Skor 3 : Baik**

**Skor 2 : Kurang**

**Skor 1 : Sangat Kurang**

Sebelum melakukan penilaian, Bapak/Ibu kami mohon identitas secara lengkap terlebih dahulu.

Nama : Roma Hagui, S.I. Kom  
 NIP : 19891227 202012 1 003  
 Instansi : BPBD Kabupaten Ponorogo

## I. ASPEK KELAYAKAN ISI

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Penilaian			
		1	2	3	4
		SK	K	B	SB
<b>A. Kesesuaian materi dengan konsep Speleologi dan Matematis</b>	1. Kelengkapan materi ..... .....				✓
	2. Keluasan materi ..... .....				✓
	3. Kedalaman materi ..... .....				✓
<b>B. Keakuratan Materi</b>	4. Keakuratan konsep dan definisi ..... .....			✓	
	5. Keakuratan data dan fakta ..... .....			✓	
	6. Keakuratan contoh dan kasus ..... .....			✓	
	7. Keakuratan gambar, diagram, dan ilustrasi ..... .....			✓	
	8. Keakuratan istilah ..... .....			✓	
<b>C. Kemutakhiran Materi</b>	9. Gambar, diagram, dan ilustrasi dalam kehidupan sehari-hari ..... .....			✓	
	10. Menggunakan contoh dan kasus yang terdapat dalam kehidupan sehari-hari ..... .....				✓
<b>D. Mendorong Keingintahuan</b>	11. Mendorong rasa ingin tahu ..... .....			✓	
	12. Menciptakan kemampuan bertanya ..... .....			✓	

## II. ASPEK KELAYAKAN PENYAJIAN

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Penilaian			
		1	2	3	4
		SK	K	B	SB
A. Teknik Penyajian	1. Keruntutan konsep ..... .....				✓
B. Pendukung Penyajian	2. Contoh-contoh kasus ..... .....				✓
	3. Penjelasan dan penjabaran contoh kasus ..... .....				✓
	4. Pengantar ..... .....			✓	
	5. Glosarium ..... .....			✓	
	6. Daftar pustaka ..... .....			✓	
	C. Koherensi dan Keruntutan Alur Pikir	7. Keruntutan antar alinea ..... .....			✓
8. Keutuhan makna dalam alinea ..... .....					✓

## III. ASPEK KELAYAKAN BAHASA MENURUT BSNP

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Penilaian			
		1	2	3	4
		SK	K	B	SB
A. Lugas	1. Ketepatan struktur kalimat ..... .....			✓	
	2. Keefektifan kalimat ..... .....			✓	
	3. Kebakuan istilah				

	..... .....				✓
<b>B. Komunikatif</b>	4. Pemahaman terhadap pesan atau informasi ..... .....				✓
<b>C. Dialogis dan Interaktif</b>	5. Kemampuan memotivasi pembaca ..... .....			✓	
<b>D. Kesesuaian dengan Pembaca</b>	6. Kesesuaian dengan intelektual pembaca ..... .....			✓	
<b>E. Kesesuaian dengan Kaidah Bahasa</b>	7. Ketepatan tata bahasa ..... .....			✓	
	8. Ketepatan ejaan ..... .....			✓	

#### PERTANYAAN PENDUKUNG

1. Bapak/Ibu juga dimohon menjawab pertanyaan dibawah ini.

- a. Apakah konsep-konsep penggunaan teori trigonometri, koordinat kartesius dan pemetaan gua dalam **Pedoman Akurasi Pemetaan Gua Grade 3C BCRA dengan Penerapan Fungsi Trigonometri Dan Koordinat Kartesius** sudah tepat?

*Sudah tepat*

.....

.....

.....

- b. Apakah **Pedoman Akurasi Pemetaan Gua Grade 3C BCRA dengan Penerapan Fungsi Trigonometri Dan Koordinat Kartesius** ini bisa membantu pembaca/surveyor dalam meningkatkan akurasi pemetaan gua hingga *grade 3C BCRA*?

*Bener. Meningkatkan akurasi*

.....

.....

.....

- c. Apakah terdapat kelebihan dari **Pedoman Akurasi Pemetaan Gua Grade 3C BCRA dengan Penerapan Fungsi Trigonometri Dan Koordinat Kartesius** ini?

*Kelebihannya menyajikan secara detail teknik pengambilan data lokasi gua untuk semua kondisi lokasi untuk pemetaan gua Grade 3C.*

- d. Menurut Bapak/Ibu apakah kekurangan dari **Pedoman Akurasi Pemetaan Gua Grade 3C BCRA dengan Penerapan Fungsi Trigonometri Dan Koordinat Kartesius** ini?

Tidak ada kekurangan

- e. Adakah saran pengembangan atau harapan tentang **Pedoman Akurasi Pemetaan Gua Grade 3C BCRA dengan Penerapan Fungsi Trigonometri Dan Koordinat Kartesius** ini?

Pedoman pemetaan gua Grade 3C ini bisa dipublikasikan dan digunakan di kalangan penggiat susur gua.


2. Bapak/Ibu dimohon memberikan tanda *check list* (✓) untuk memberikan kesimpulan terhadap **Pedoman Akurasi Pemetaan Gua Grade 3C BCRA dengan Penerapan Fungsi Trigonometri Dan Koordinat Kartesius**.

#### Kesimpulan

Pedoman Belum Dapat Digunakan	
Pedoman Dapat Digunakan Dengan Revisi	
Pedoman Dapat Digunakan Tanpa Revisi	✓

Ponorogo, 7 April 2022

Validator materi

  
Poma Haeqi, S.I.Kom  
NIP. 198912272020121003

..... Terima kasih .....



**b. Lembar Validasi ahli Media**

**ANGKET VALIDASI (AHLI MEDIA)**

**Pedoman Akurasi Pemetaan Gua *Grade* 3C BCRA dengan Pendekatan Matematis  
Fungsi Trigonometri dan Koordinat Kartesius**

**Judul penelitian** : Pengembangan Pedoman Akurasi Pemetaan Gua *Grade* 3C BCRA  
dengan Penerapan Fungsi Trigonometri Dan Koordinat Kartesius

**Penyusun** : Wiwik Sulistyawati

**Pembimbing** : Dr. Sumaji, M.Pd dan Uki Suhendar, M.Pd

**Instansi** : FKIP/Pendidikan Matematika Universitas Muhammadiyah  
Ponorogo

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan akan dibuatnya **Pedoman Akurasi Pemetaan Gua *Grade* 3C BCRA dengan Penerapan Fungsi Trigonometri Dan Koordinat Kartesius**, maka melalui instrument ini Bapak/Ibu kami mohon untuk memberikan penilaian terhadap Pedoman yang telah dibuat tersebut. Penilaian dari Bapak/Ibu akan digunakan sebagai validasi dan masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas Pedoman ini sehingga bias diketahui layak atau tidak Pedoman tersebut digunakan dalam dunia speleologi. Aspek penilaian Pedoman ini diadaptasi dari komponen penilaian aspek kelayakan kegrafikan oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BNSP).

**PETUNJUK PENGISIAN ANGKET**

Bapak/Ibu kami mohon memberikan tanda *check list* (✓) pada kolom yang sesuai pada setiap butir penilaian dengan keterangan sebagai berikut :

**Skor 4 : Sangat Baik**

**Skor 3 : Baik**

**Skor 2 : Kurang**

**Skor 1 : Sangat Kurang**

Sebelum melakukan penilaian, Bapak/Ibu kami mohon identitas secara lengkap terlebih dahulu.

Nama : Wahyud.....  
NIP : 19910530 201801 B.....  
Instansi : Univ. Muhammadiyah Ponorogo.....

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Penilaian			
		1	2	3	4
		SK	K	B	SB
A. Ukuran Pedoman	1. Kesesuaian ukuran Pedoman dengan standar ISO ..... .....			✓	
	2. Kesesuaian ukuran dengan materi isi Pedoman ..... .....			✓	
B. Desain Sampul Pedoman (Cover)	3. Penampilan unsur tata letak pada sampul muka, belakang dan punggung secara harmonis memiliki irama dan kesatuan secara konsisten ..... .....			✓	
	4. Warna unsur tata letak harmonis dan memperjelas fungsi ..... .....			✓	
	5. Huruf yang digunakan menarik dan mudah dibaca				
	a. Ukuran huruf judul Pedoman lebih dominan dan proporsional dibandingkan ukuran Pedoman, nama pengarang ..... .....			✓	
	b. Warna judul Pedoman kontras dengan warna latar belakang ..... .....			✓	
	6. Tidak menggunakan terlalu banyak kombinasi huruf ..... .....			✓	
	7. Ilustrasi sampul Pedoman				
	a. Menggambarkan isi/materi ajar dan mengungkapkan karakter obyek ..... .....			✓	
	b. Bentuk, warna, ukuran, proporsi obyek sesuai realita .....			✓	

	.....				
<b>C. Desain Isi Pedoman</b>	<b>8. Konsistensi tata letak</b>				
	a. Penempatan unsur tata letak konsisten berdasarkan pola ..... .....				✓
	b. Pemisahan antar paragraf jelas ..... .....				✓
	<b>9. Unsur tata letak harmonis</b>				
	a. Bidang cetak dan margin proporsional ..... .....				✓
	b. Spasi antar teks dan ilustrasi sesuai ..... .....				✓
	<b>10. Unsur tata letak harmonis</b>				
	a. Judul kegiatan, subjudul kegiatan, dan angka halaman/folio ..... .....				✓
	b. Ilustrasi dan keterangan gambar ..... .....				✓
	<b>11. Tata letak penempatan halaman</b>				
	a. Penempatan hiasan/ilustrasi sebagai latar belakang tidak mengganggu judul, teks, angka halaman ..... .....				✓
	b. Penempatan judul, subjudul, ilustrasi, dan keterangan gambar tidak mengganggu pemahaman ..... .....				✓
	<b>12. Tipografi isi Pedoman sederhana</b>				
	a. Tidak menggunakan terlalu banyak jenis huruf ..... .....				✓

	b. Penggunaan variasi huruf (bold, italic, all capital, small capital) tidak berlebihan ..... .....				✓	
	c. Lebar susunan teks normal ..... .....				✓	
	d. Spasi antar baris susunan teks normal ..... .....				✓	
	e. Spasi antar huruf normal ..... .....				✓	
	13. Topografi isi Pedoman memudahkan pemahaman					
	a. Jenjang judul-judul jelas, konsisten dan proporsional ..... .....				✓	
	b. Tanda pemotongan kata ..... .....				✓	
	14. Ilustrasi isi					
	a. Mampu mengungkap makna/arti dari objek ..... .....				✓	
	b. Bentuk akurat dan proporsional sesuai dengan kenyataan ..... .....				✓	
	c. Kreatif dan dinamis ..... .....				✓	

#### PERTANYAAN PENDUKUNG

1. Adakah saran pengembangan atau harapan tentang Pedoman Akurasi Pemetaan Gua Grade 3C BCRA dengan Penerapan Fungsi Trigonometri Dan Koordinat Kartesius ini?

ada kembali rumus  $\frac{3}{\pi}$  dengan  
ditentukan laanya konsep trigonometri


2. Bapak/Ibu dimohon memberikan tanda *check list* (✓) untuk memberikan kesimpulan terhadap **Pedoman Akurasi Pemetaan Gua Grade 3C BCRA dengan Penerapan Fungsi Trigonometri Dan Koordinat Kartesius,**

Kesimpulan

Pedoman Belum Dapat Digunakan	<input type="checkbox"/>
Pedoman Dapat Digunakan Dengan Revisi	<input checked="" type="checkbox"/>
Pedoman Dapat Digunakan Tanpa Revisi	<input type="checkbox"/>

Ponorogo, 11 Juli ..... 2022

Validator media



Widiyanti

NIP. 1971052020180117

..... Terima kasih .....

## c. Hasil Ujicoba Produk

Tabel Pengambilan Data

Nama gua : Luweng Munung Plente Tanggal survey : 16 -17 Juli 2022

Lokasi : Pringkuku, Pacitan

Grade survey : 3C

Surveyor : Tim Caving Mahipa

Stasiun		Tape (m)	Kompas (°)	Clino (°)	← (m)	→ (m)	↑ (°) atau (m)	↓ (m)
Dari	Ke							
0	0a	3,08	151	10	-	-	-	1.5
0a	0b	3,75	150	20	3	-	-	1.5
0b	0c	3,29	192	31	4	-	-	1.5
0c	0d	6,03	276	-3	1.5	-	-	1.5
0d	0e	4,9	345	-8	2	-	-	1.5
0e	0f	5,6	19	-39	0.5	-	-	1.5
0f	0	3,8	79	8	-	-	-	1.5
0	1	10,07	-	-90	-	-	12°	1.5
1	2	4,04	30	2	-	-	7°	1.5
2	3	8,8	9	-10	-	-	6°	1.5
3	3a	10,25	125	3	-	-	-	1.5
3a	3b	5,65	183	23	1	-	-	1.5
3b	3c	4,5	220	12	0	-	-	1.5
3c	3d	3,28	152	8	0	-	-	1.5
3d	3e	5,58	149	15	0	-	-	1.5
3e	3f	3,9	225	5	0	-	-	1.5
3f	3g	4,5	255	-22	0	-	-	1.5
3g	3h	4,58	246	-24	0	-	-	1.5
3h	3i	8,92	299	-2	0	-	-	1.5
3i	3j	7,71	326	-3	2.5	-	-	1.5
3j	3k	3,17	345	-9	0	-	-	1.5
3k	3l	5,37	55	2	0	-	-	1.5
3l	3m	9,51	35	-6	0	-	-	1.5
3m	3	8,18	80	9	-	0	-	1.5
3	4	7,42	19	-8	6.4	2.25	9°	1.5
4	5	8,8	70	-2	4.23	1.46	15°	1.5
5	6	13,39	51	2	5.81	3.1	16°	1.5
6	7	14,85	60	-1	4.58	2.82	3°	1.5
7	8	16,5	105	3	1.4	4	10°	1.5
8	9	17,95	51	1	4.18	3.7	24°	1.5
9	10	18,53	39	-1	4.51	3.5	35°	1.5
10	11	16,83	20	-5	1.8	2.3	22°	1.5



## WORK SHEET PENGOLAHAN DATA

Nama Gua : Luweng Plente  
 Tanggal Mapping : 16 -17 Juli 2022  
 Dusun : Pringkuku  
 Desa : Pringkuku

Kecamatan : Pringkuku  
 Kabupaten : Pacitan  
 Surveyor : Tim Caving MAHIPA  
 Grade Peta : 3 C Lembar : 1 – 3

### ENTRANCE

Station		Tape	Kom Pas	Clino	Jarak Datar	X	Y	H	$\Sigma H$	$\Sigma L$	Stasion Wall		Passage	
Da Ri	Ke	D	A	B	$L=D \cdot \cos\beta$	$L \cdot \sin\alpha$	$L \cdot \cos\alpha$	$D \cdot \sin\beta$			Kanan	Kiri	atas	Bawah
0	0a	3.08	151	10	3.03	1.47	-2.65	0.53	0.53	3.03				1.5
0a	0b	3.75	150	20	3.52	1.76	-3.05	1.28	1.81	6.55		3		1.5
0b	0c	3.29	192	31	2.82	-0.59	-2.76	1.69	3.51	9.37		4		1.5
0c	0d	6.03	276	-3	6.02	-5.99	0.63	-0.32	3.19	15.40		1.5		1.5
0d	0e	4.9	345	-8	4.85	-1.26	4.69	-0.68	2.51	20.25		2		1.5
0e	0f	5.6	19	-39	4.35	1.42	4.11	-3.52	-1.01	24.60		0.5		1.5
0f	0	3.8	79	8	3.76	3.69	0.72	0.53	-0.49	28.36				1.5



## WORK SHEET PENGOLAHAN DATA

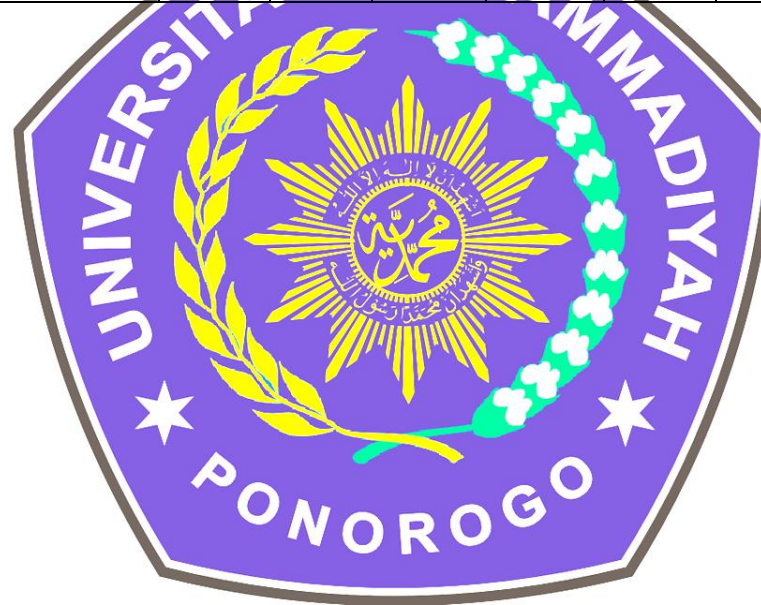
Nama Gua : Luweng Plente  
 Tanggal Mapping : 16 -17 Juli 2022  
 Dusun : Pringkuku  
 Desa : Pringkuku

Kecamatan : Pringkuku  
 Kabupaten : Pacitan  
 Surveyor : Tim Caving MAHIPA  
 Grade Peta : 3 C Lembar : 2 – 3

### LORONG

Station		Tape	Kompas	Clino	Jarak Datar	X	Y	H	$\Sigma H$	$\Sigma L$	Stasion Wall		Passage			
Dari	Ke	D	A	$\beta$	$L=D \cdot \cos\beta$	$L \cdot \sin\alpha$	$\Sigma x$	$\Sigma y$			$D \cdot \sin\beta$	Kanan	Kiri	atas	bawah	
0	1	10.07		-90	0.00	0.00	0.00	0.00	-10.07	-10.07	0.00			10.7	1.5	
1	2	4.04	30	2	4.04	2.02	2.02	3.50	3.50	0.14	-9.93	4.04		1.76	1.5	
2	3	8.8	9	-10	8.67	1.36	-3.37	8.56	12.06	-1.53	-11.46	12.70		1.82	1.5	
3	4	7.42	19	-8	7.35	2.39	5.77	6.95	19.00	-1.03	-12.49	20.05	2.25	6.4	2.45	1.5
4	5	8.8	70	-2	8.79	8.26	14.03	3.01	22.01	-0.31	-12.80	28.85	1.46	4.23	2.82	1.5
5	6	13.39	51	2	13.38	10.40	24.43	8.42	30.43	0.47	-12.33	42.23	3.1	5.81	3.11	1.5
6	7	14.85	60	-1	14.85	12.86	37.29	7.42	37.86	-0.26	-12.59	57.08	2.82	4.58	4.79	1.5
7	8	16.5	105	3	16.48	15.92	53.21	-4.26	33.59	0.86	-11.73	73.55	4	1.4	3.24	1.5
8	9	17.95	51	1	17.95	13.95	67.15	11.29	44.89	0.31	-11.41	91.50	3.7	4.18	9.63	1.5
9	10	18.53	39	-1	18.53	11.66	78.81	14.40	59.29	-0.32	-11.74	110.03	3.5	4.51	5.63	1.5
10	11	16.83	20	-5	16.77	5.73	84.55	15.75	75.04	-1.47	-13.20	126.79	2.3	1.8	6.27	1.5
11	12	15.75	24	0	15.75	6.41	90.95	14.39	89.43	0.00	-13.20	142.54	2.7	1.9	9.84	1.5
12	13	19.71	25	-1	19.71	8.33	99.28	17.86	107.29	-0.34	-13.55	162.25	3.7	3.4	7.51	1.5
13	14	20	305	-3	19.97	-16.36	82.92	11.46	118.74	-1.05	-14.59	182.22	2.82	2.8	6.02	1.5

14	15	11.64	309	0	11.64	-9.05	73.87	7.33	126.07	0.00	-14.59	193.86	1.7	4	4.23	1.5
15	16	11.15	21	1	11.15	4.00	77.87	10.41	136.48	0.19	-14.40	205.01	4.55	4.4	9.83	1.5
16	17	17.6	360	-7	17.47	0.00	77.87	17.47	153.95	-2.14	-16.54	222.48	2.02	1.68	8.49	1.5
17	18	2.94	280	-8	2.91	-2.87	75.00	0.51	154.45	-0.41	-16.95	225.39	0.97	1.87	4.65	1.5
18	19	5.4	355	20	5.07	-0.44	74.56	5.06	159.51	1.85	-15.11	230.47	1	0.5	2.5	0.77
19	20	3.6	45	19	3.40	2.41	76.97	2.41	161.91	1.17	-13.93	233.87	0	2	1	0.77
20	21	2.6	340	19	2.46	-0.84	76.13	-2.31	164.22	0.85	-13.09	236.33	1	2	0.57	0.77



## WORK SHEET PENGOLAHAN DATA

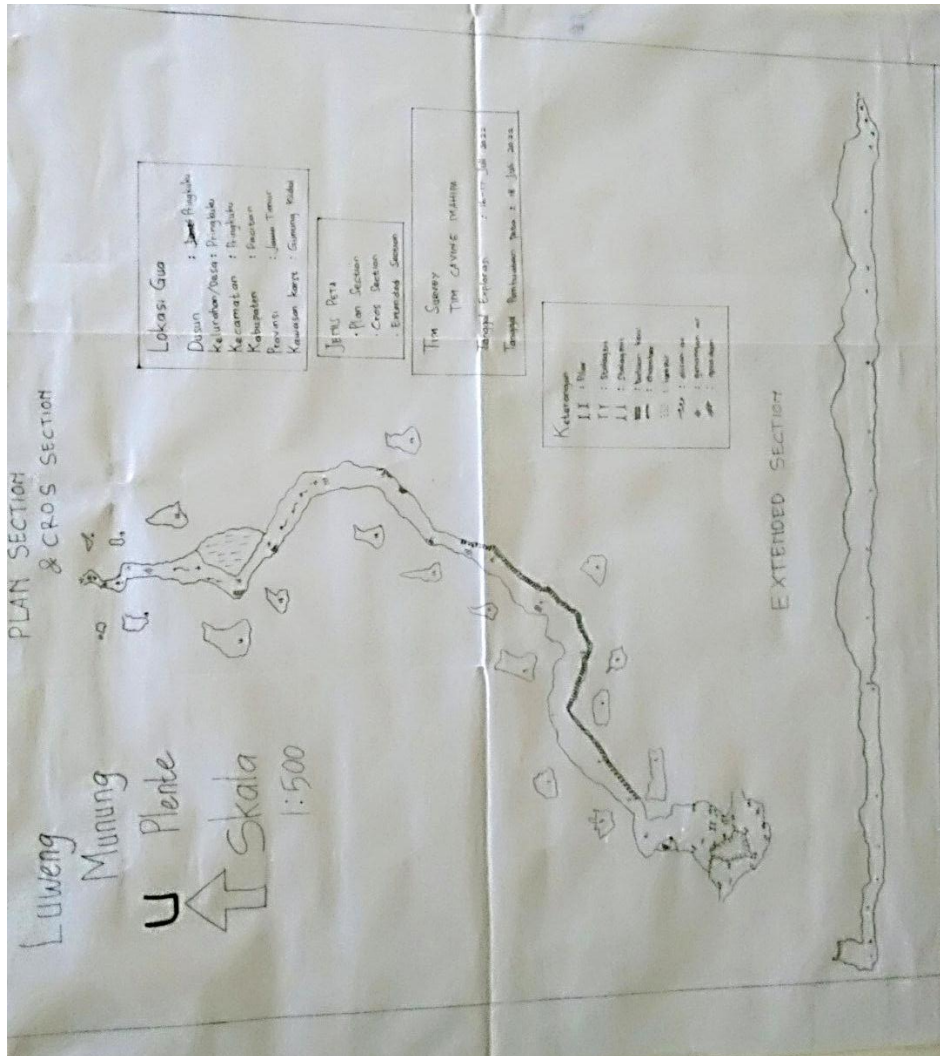
Nama Gua : Luweng Plente  
 Tanggal Mapping : 16 -17 Juli 2022  
 Dusun : Pringkuku  
 Desa : Pringkuku

Kecamatan : Pringkuku  
 Kabupaten : Pacitan  
 Surveyor : Tim Caving MAHIPA  
 Grade Peta : 3 C Lembar : 3 – 3

### CHAMBER

Station		Tape	Kompas	Clino	Jarak Datar	X	Y	H	ΣH	ΣL	Stasion Wall		Passage	
Dari	Ke	D	α	β	L=D.cosβ	L.sinα	L.cosα	D.sinβ			Kanan	kiri	Atas	bawah
3	3a	10.25	125	3	10.24	8.38	8.38	-5.87	-5.87	0.54	0.54	10.24		1.5
3a	3b	5.65	183	23	5.20	-0.27	8.11	-5.19	-11.06	2.21	2.74	15.44	1	1.5
3b	3c	4.5	220	12	4.40	-2.83	5.28	-3.37	-14.44	0.94	3.68	19.84	0	1.5
3c	3d	3.28	152	8	3.25	1.52	6.80	2.87	-17.30	0.46	4.14	23.09	0	1.5
3d	3e	5.58	149	15	5.39	2.78	9.58	-4.62	-21.92	1.44	5.58	28.48	0	1.5
3e	3f	3.9	225	5	3.89	-2.75	6.83	-2.75	-24.67	0.34	5.92	32.36	0	1.5
3f	3g	4.5	255	-22	4.17	-4.03	2.80	-1.08	-25.75	-1.69	4.23	36.53	0	1.5
3g	3h	4.58	246	-24	4.18	-3.82	-1.02	-1.70	-27.45	-1.86	2.37	40.72	0	1.5
3h	3i	8.92	299	-2	8.91	-7.80	-8.82	4.32	-23.13	-0.31	2.06	49.63	0	1.5
3i	3j	7.71	326	-3	7.70	-4.31	-13.12	6.38	-16.75	-0.40	1.66	57.33	2.5	1.5
3j	3k	3.17	345	-9	3.13	-0.81	-13.93	3.02	-13.72	-0.50	1.16	60.46	0	1.5
3k	3l	5.37	55	2	5.37	4.40	-9.54	3.08	-10.65	0.19	1.35	65.83	0	1.5
3l	3m	9.51	35	-6	9.46	5.42	-4.11	7.75	-2.90	-0.99	0.35	75.29	0	1.5
3m	3	8.18	80	9	8.08	7.96	3.84	1.40	-1.50	1.28	1.63	83.37	0	1.5

**PETA LUWENG MUNUNG PLENTE GRADE 3C BCRA**



d. Angket Respon Surveyor

**HASIL RESPON SURVEYOR**

Skala Penilaian	Responden	Indikator							
		Aspek ketertarikan		Aspek Materi			Aspek Bahasa		
		1	2	3	4	5	6	7	8
	1	4	4	4	3	4	4	4	3
	2	4	3	3	4	4	4	3	3
	3	4	3	3	4	3	3	3	3
	4	3	4	4	3	4	3	3	4
	5	3	3	4	3	4	3	3	3
	6	3	3	4	3	3	3	4	4
	Jumlah tiap aspek	41		64			60		
	Rata-rata	3,42		3,56			3,33		
	Kategori	Sangat Baik		Sangat Baik			Sangat Baik		
	Jumlah keseluruhan	165							
	Rata-rata	3,44							
	Kategori	Sangat Baik							



## ANGKET RESPON SURVEYOR SPELEOLOGI

### **Pedoman Akurasi Pemetaan Gua Grade 3C BCRA dengan Penerapan Fungsi Trigonometri Dan Koordinat Kartesius**

- Judul penelitian** : Pengembangan Pedoman Akurasi Pemetaan Gua Grade 3C BCRA dengan Penerapan Fungsi Trigonometri Dan Koordinat Kartesius
- Penyusun** : Wiwik Sulistyawati
- Pembimbing** : Dr. Sumaji, M.Pd dan Uki Suhendar, M.Pd
- Instansi** : FKIP/Pendidikan Matematika Universitas Muhammadiyah Ponorogo

#### **PETUNJUK PENGISIAN**

1. Mulailah dengan bacaan *basmallah*.
2. Sebelum mengisi angket respon ini, pastikan Anda telah membaca dan menggunakan **Pedoman Akurasi Pemetaan Gua Grade 3C BCRA dengan Penerapan Fungsi Trigonometri Dan Koordinat Kartesius**
3. Bacalah dengan teliti setiap pertanyaan dalam angket ini sebelum Anda memberikan penilaian.
4. Melalui instrument ini Anda dimohon memberikan penilaian tentang **Pedoman Akurasi Pemetaan Gua Grade 3C BCRA dengan Penerapan Fungsi Trigonometri Dan Koordinat Kartesius** yang akan digunakan sebagai masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas Pedoman ini.
5. Anda dimohon memberikan tanda *check list* (✓) pada kolom yang sesuai untuk menilai kualitas dari **Pedoman Akurasi Pemetaan Gua Grade 3C BCRA dengan Penerapan Fungsi Trigonometri Dan Koordinat Kartesius** dengan keterangan sebagai berikut :
  - SS** : Sangat Setuju
  - S** : Setuju
  - KS** : Kurang Setuju
  - TS** : Tidak Setuju
6. Sebelum melakukan penilaian, isilah identitas Anda secara lengkap terlebih dahulu.

>>>>>>> Selamat Mengerjakan <<<<<<<<

**IDENTITAS**Nama : S<sup>1</sup> .....

Nama Organisasi / : .....

Perkumpulan

Indikator Penilaian	Pernyataan	Penilaian			
		TS	KS	S	SS
<b>A. Ketertarikan</b>	1. Tampilan Pedoman pemetaan gua ini menarik. ..... .....				✓
	2. Pedoman pemetaan gua ini membuat saya lebih bersemangat dalam belajar pemetaan gua. ..... .....				✓
<b>B. Materi</b>	3. Penyampaian materi dalam Pedoman ini berkaitan dengan medan sesungguhnya yang ditemui surveyor di dalam gua ..... .....				✓
	4. Materi yang disajikan dalam Pedoman ini mudah saya pahami ..... .....			✓	
	5. Pedoman pemetaan gua ini mendorong saya untuk memetakan gua dengan detail yang lebih akurat ..... .....				✓
<b>C. Bahasa</b>	6. Kalimat dan paragraf yang digunakan dalam Pedoman ini jelas dan mudah dipahami ..... .....				✓
	7. Bahasa yang digunakan dalam Pedoman pemetaan gua ini sederhana dan mudah dimengerti ..... .....				✓
	8. Huruf yang digunakan sederhana dan mudah dibaca ..... .....			✓	

.....Terima kasih.....

**IDENTITAS**Nama : S2.....

Nama Organisasi / : .....

Perkumpulan

Indikator Penilaian	Pernyataan	Penilaian			
		TS	KS	S	SS
<b>A. Ketertarikan</b>	1. Tampilan Pedoman pemetaan gua ini menarik. ..... .....				✓
	2. Pedoman pemetaan gua ini membuat saya lebih bersemangat dalam belajar pemetaan gua. ..... .....			✓	
<b>B. Materi</b>	3. Penyampaian materi dalam Pedoman ini berkaitan dengan medan sesungguhnya yang ditemui surveyor di dalam gua ..... .....			✓	
	4. Materi yang disajikan dalam Pedoman ini mudah saya pahami ..... .....				✓
	5. Pedoman pemetaan gua ini mendorong saya untuk memetakan gua dengan detail yang lebih akurat ..... .....				✓
<b>C. Bahasa</b>	6. Kalimat dan paragraf yang digunakan dalam Pedoman ini jelas dan mudah dipahami ..... .....				✓
	7. Bahasa yang digunakan dalam Pedoman pemetaan gua ini sederhana dan mudah dimengerti ..... .....			✓	
	8. Huruf yang digunakan sederhana dan mudah dibaca ..... .....			✓	

.....Terima kasih.....



**IDENTITAS**

Nama : S3 .....

Nama Organisasi / : .....

Perkumpulan

Indikator Penilaian	Pernyataan	Penilaian			
		TS	KS	S	SS
<b>A. Keterampilan</b>	1. Tampilan Pedoman pemetaan gua ini menarik. ..... .....				✓
	2. Pedoman pemetaan gua ini membuat saya lebih bersemangat dalam belajar pemetaan gua. ..... .....			✓	
<b>B. Materi</b>	3. Penyampaian materi dalam Pedoman ini berkaitan dengan medan sesungguhnya yang ditemui surveyor di dalam gua ..... .....			✓	
	4. Materi yang disajikan dalam Pedoman ini mudah saya pahami ..... .....				✓
	5. Pedoman pemetaan gua ini mendorong saya untuk memetakan gua dengan detail yang lebih akurat ..... .....			✓	
<b>C. Bahasa</b>	6. Kalimat dan paragraf yang digunakan dalam Pedoman ini jelas dan mudah dipahami ..... .....			✓	
	7. Bahasa yang digunakan dalam Pedoman pemetaan gua ini sederhana dan mudah dimengerti ..... .....			✓	
	8. Huruf yang digunakan sederhana dan mudah dibaca ..... .....			✓	

.....Terima kasih.....

**IDENTITAS**

Nama : 59 .....

Nama Organisasi / : .....

Perkumpulan

Indikator Penilaian	Pernyataan	Penilaian			
		TS	KS	S	SS
<b>A. Ketertarikan</b>	1. Tampilan Pedoman pemetaan gua ini menarik. ..... .....			✓	
	2. Pedoman pemetaan gua ini membuat saya lebih bersemangat dalam belajar pemetaan gua. ..... .....				✓
<b>B. Materi</b>	3. Penyampaian materi dalam Pedoman ini berkaitan dengan medan sesungguhnya yang ditemui surveyor di dalam gua ..... .....				✓
	4. Materi yang disajikan dalam Pedoman ini mudah saya pahami ..... .....			✓	
	5. Pedoman pemetaan gua ini mendorong saya untuk memetakan gua dengan detail yang lebih akurat ..... .....				✓
<b>C. Bahasa</b>	6. Kalimat dan paragraf yang digunakan dalam Pedoman ini jelas dan mudah dipahami ..... .....			✓	
	7. Bahasa yang digunakan dalam Pedoman pemetaan gua ini sederhana dan mudah dimengerti ..... .....			✓	
	8. Huruf yang digunakan sederhana dan mudah dibaca ..... .....				✓

.....Terima kasih.....

**IDENTITAS**

Nama : 55.....

Nama Organisasi / : .....

Perkumpulan

Indikator Penilaian	Pernyataan	Penilaian			
		TS	KS	S	SS
<b>A. Keterterarikan</b>	1. Tampilan Pedoman pemetaan gua ini menarik. ..... .....			✓	
	2. Pedoman pemetaan gua ini membuat saya lebih bersemangat dalam belajar pemetaan gua. ..... .....			✓	
<b>B. Materi</b>	3. Penyampaian materi dalam Pedoman ini berkaitan dengan medan sesungguhnya yang ditemui surveyor di dalam gua ..... .....				✓
	4. Materi yang disajikan dalam Pedoman ini mudah saya pahami ..... .....			✓	
	5. Pedoman pemetaan gua ini mendorong saya untuk memetakan gua dengan detail yang lebih akurat ..... .....				✓
<b>C. Bahasa</b>	6. Kalimat dan paragraf yang digunakan dalam Pedoman ini jelas dan mudah dipahami ..... .....			✓	
	7. Bahasa yang digunakan dalam Pedoman pemetaan gua ini sederhana dan mudah dimengerti ..... .....			✓	
	8. Huruf yang digunakan sederhana dan mudah dibaca ..... .....			✓	

.....Terima kasih.....

**IDENTITAS**Nama : SG.....

Nama Organisasi / : .....

Perkumpulan

Indikator Penilaian	Pernyataan	Penilaian			
		TS	KS	S	SS
<b>A. Ketertarikan</b>	1. Tampilan Pedoman pemetaan gua ini menarik. ..... .....			✓	
	2. Pedoman pemetaan gua ini membuat saya lebih bersemangat dalam belajar pemetaan gua. ..... .....			✓	
<b>B. Materi</b>	3. Penyampaian materi dalam Pedoman ini berkaitan dengan medan sesungguhnya yang ditemui surveyor di dalam gua ..... .....				✓
	4. Materi yang disajikan dalam Pedoman ini mudah saya pahami ..... .....			✓	
	5. Pedoman pemetaan gua ini mendorong saya untuk memetakan gua dengan detail yang lebih akurat ..... .....			✓	
<b>C. Bahasa</b>	6. Kalimat dan paragraf yang digunakan dalam Pedoman ini jelas dan mudah dipahami ..... .....			✓	
	7. Bahasa yang digunakan dalam Pedoman pemetaan gua ini sederhana dan mudah dimengerti ..... .....				✓
	8. Huruf yang digunakan sederhana dan mudah dibaca ..... .....				✓

.....Terima kasih.....



Dokumentasi Pengambilan data

