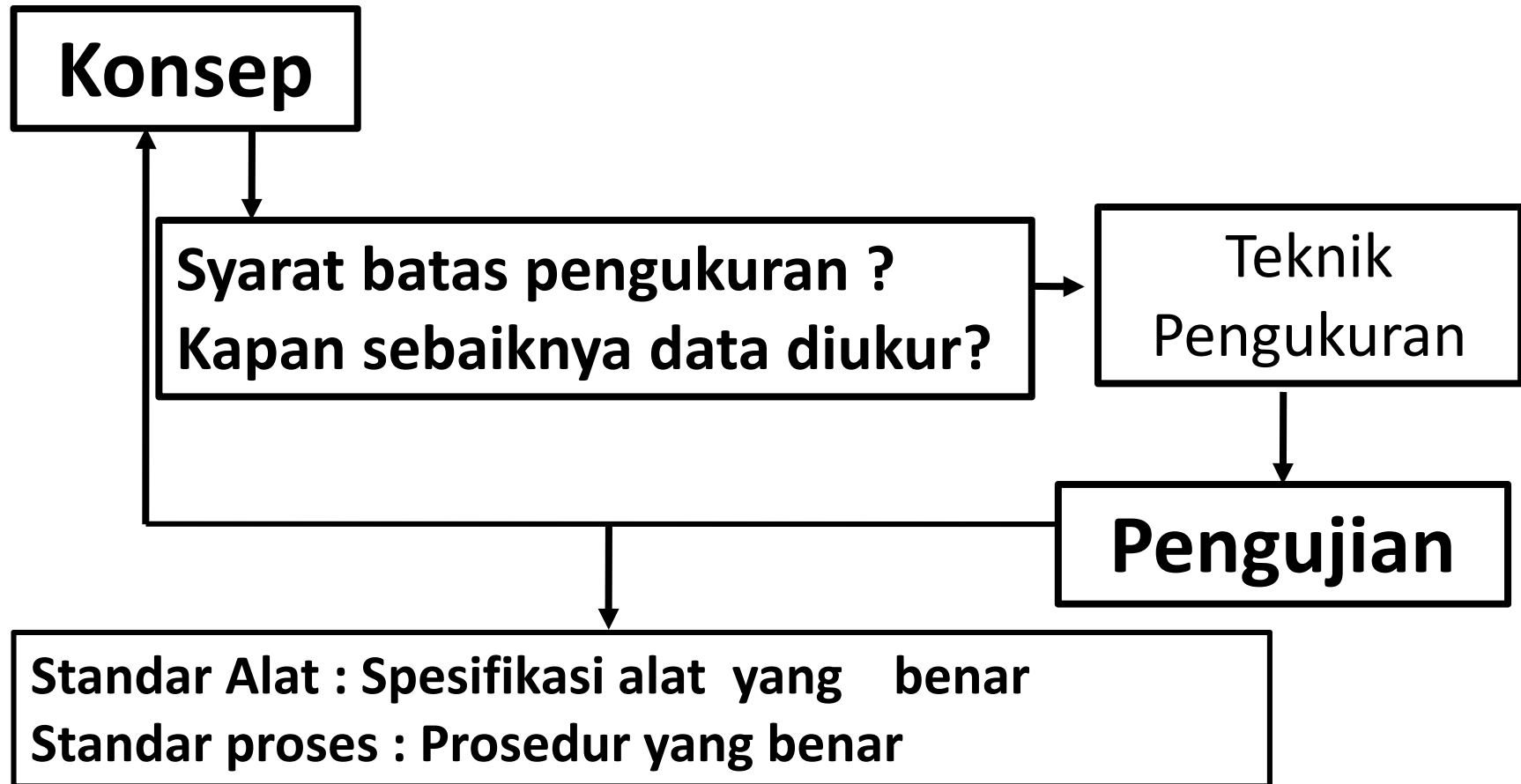


Standar Alat dan Standar Proses

Oleh : Setiya Utari

Bagaimana menciptakan standar ?



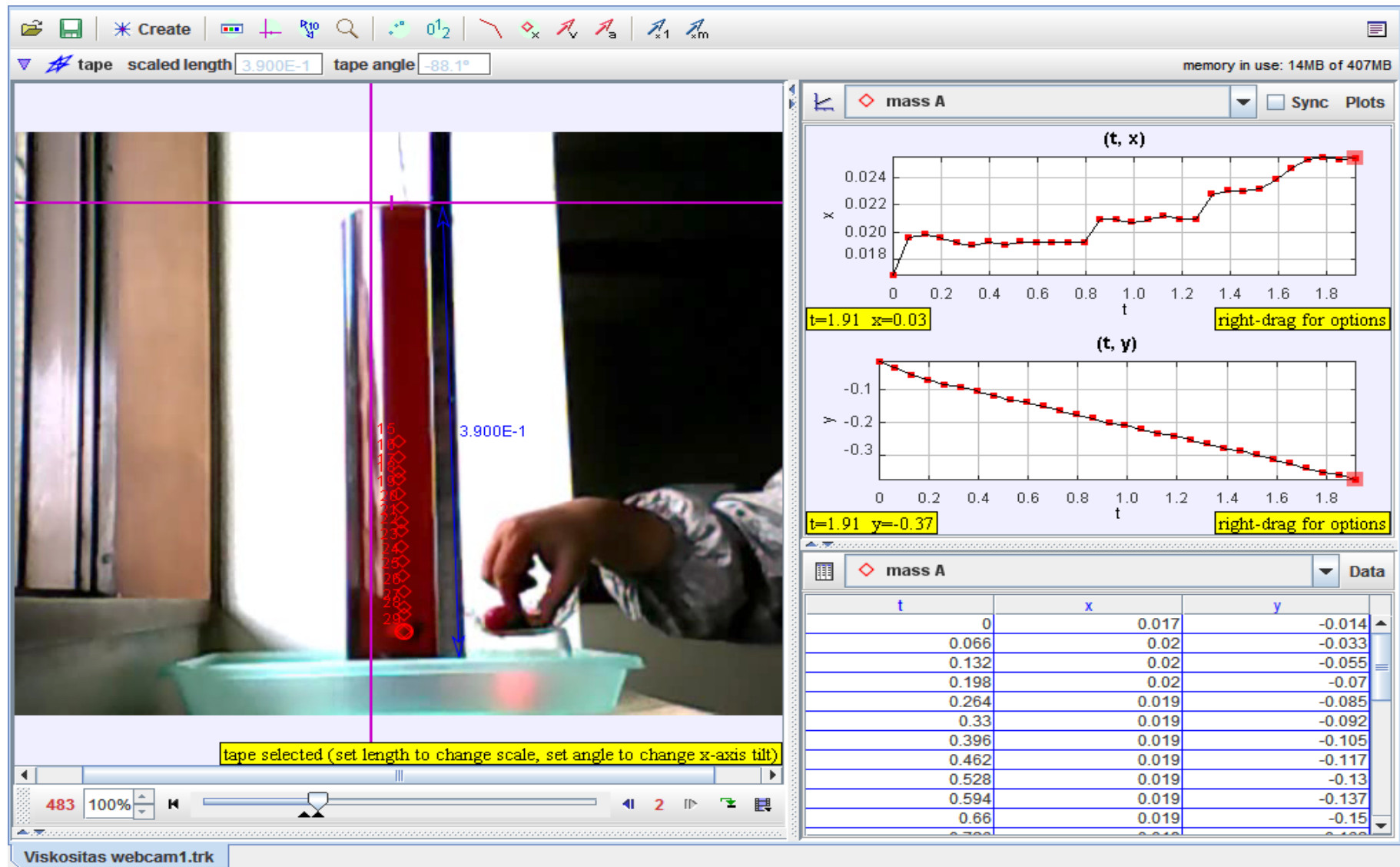
Pentingnya syarat batas pengukuran

Sebagai contoh : Eksperimen Viscositas

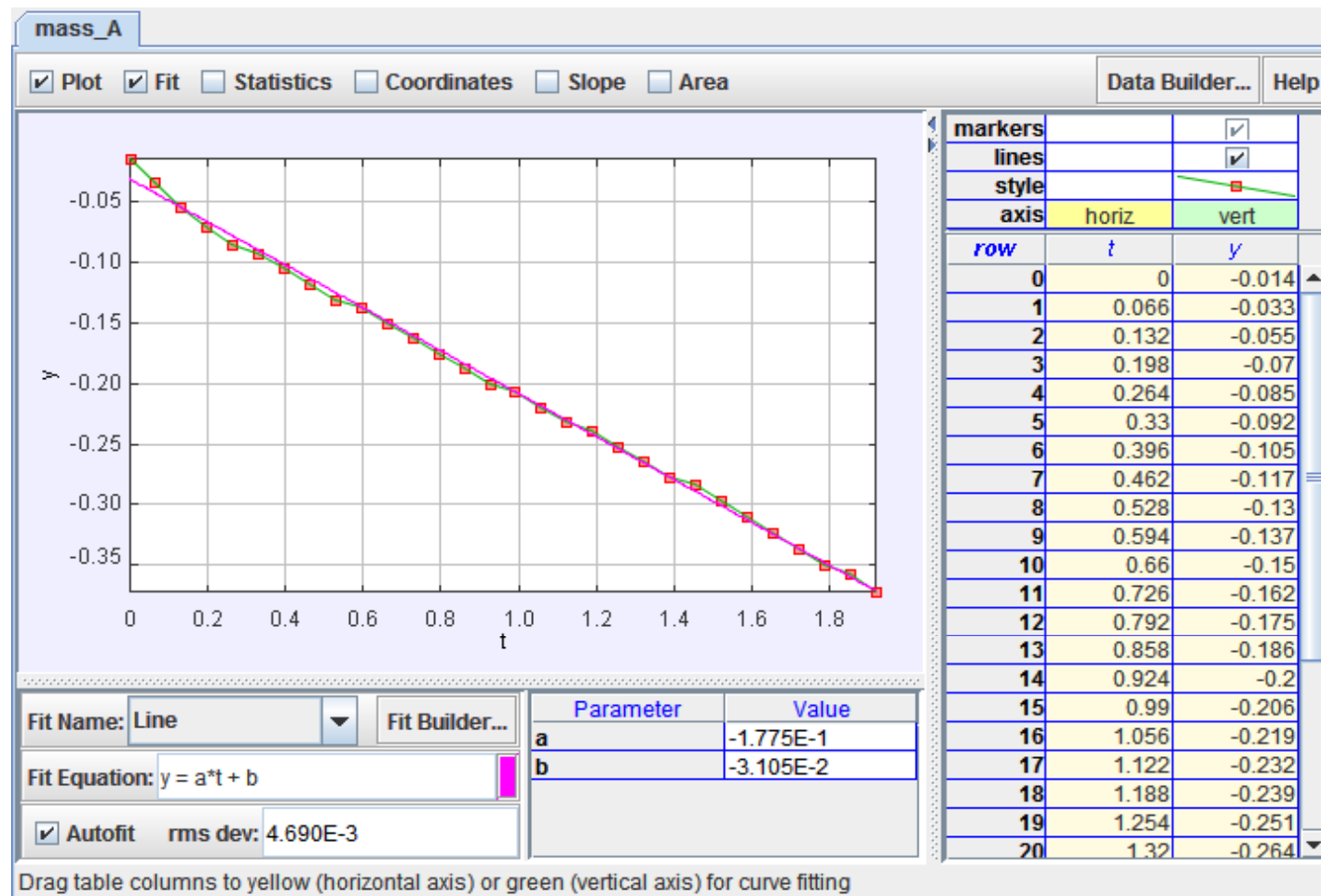
Harga viscositas suatu zat cair dapat diperoleh salah satunya dengan menggerakkan benda di dalam zat cair .

Agar harga viscositas dapat terukur, maka kita memodelkan bahwa gaya-gaya yang bekerja pada benda sama dengan nol
 $\Sigma F = W + F_A + F_s = 0$, sehingga benda bergerak GLB.

Hal ini menjadi syarat batas ukur dalam eksperimen ini,
Ketika benda telah bergerak GLB data mulai diambil,
Yaitu ketika benda berada pada jarak x dibawah permukaan zat cair , **Benarkah demikian?**



Tampilan analisis data penentuan syarat batas pada percobaan viskositas menggunakan software “Trackker”



Berdasarkan grafik $y = f(t)$, nampak pada kedalam 10 cm dari permukaan zat cair benda telah mengalami gerak lurus beraturan.

Sehingga dalam prosedur perlu dicantumkan : **pengukuran dilakukan ketika benda telah berada 10 cm dibawah permukaan fluida.**

Bandul sederhana

- Misal kita memiliki data berikut :

TEORI

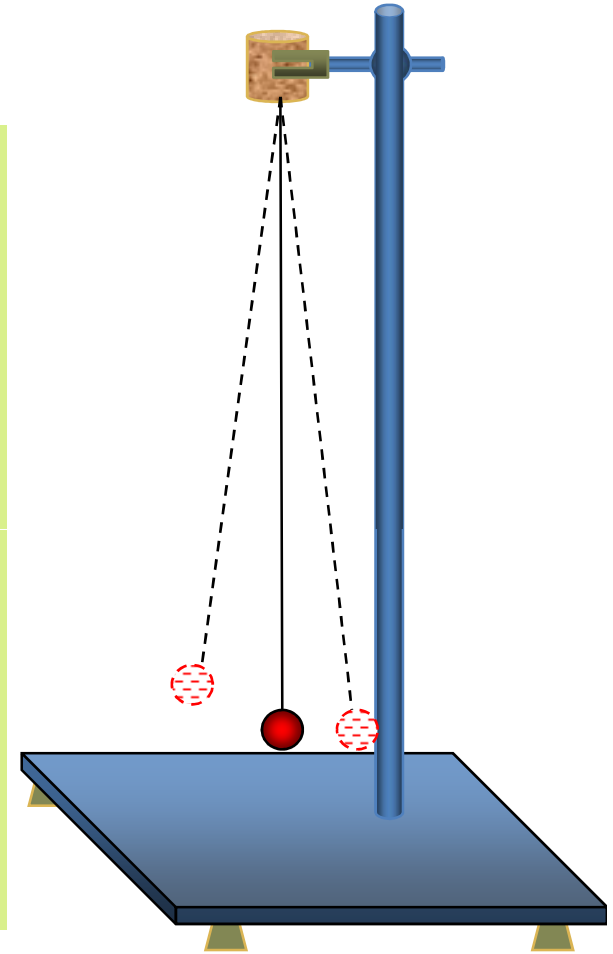
Untuk harga $g \sim 9,80 \text{ m/s}^2$

Jika $\ell = 0,50 \text{ m}$ dan sudut simpangan bandul yang digunakan adalah $\theta = 10^\circ$, maka besarnya simpangan dapat dinyatakan dengan :

$$x = 0,5 \sin 10 = 0,5 (0,174) = 0,087 \text{ m},$$

dalam kondisi ini perioda ayunan menjadi

$$T = 2(3,14) \sqrt{\frac{0,50}{9,8}} = 1,42 \text{ s}$$



- Apakah secara eksperimen kita akan menghasilkan data yang sama?

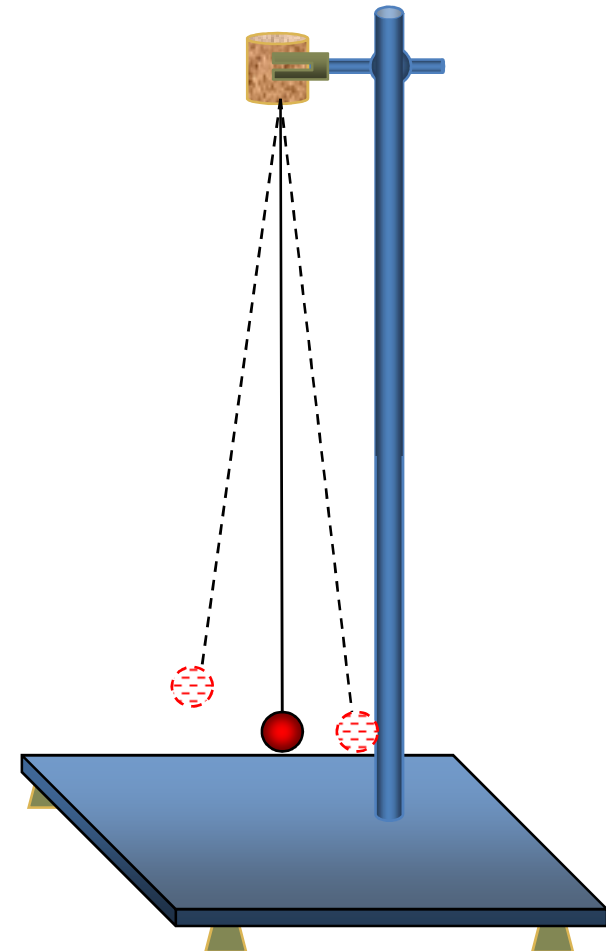
Perhatikan dan lakukan eksperimen (1) berikut :

1. Pasang bandul seperti pada gambar.
2. Beri simpangan dan ayunkan.
3. Hitung periode ayunan.
4. Ulangi langkah ini beberapa kali dan hitung harga konstanta gravitasi nya

Data Eksp.	
no	T (s)
1	1,61
2	1,59
3	1,62
4	1,58
5	1,59
6	1,61
7	1,58
8	1,61
9	1,62
10	1,59
Rerata	1,6

Berdasarkan hasil eksperimen di peroleh nilai $T=1,60$ s, dengan demikian harga gravitasi menjadi

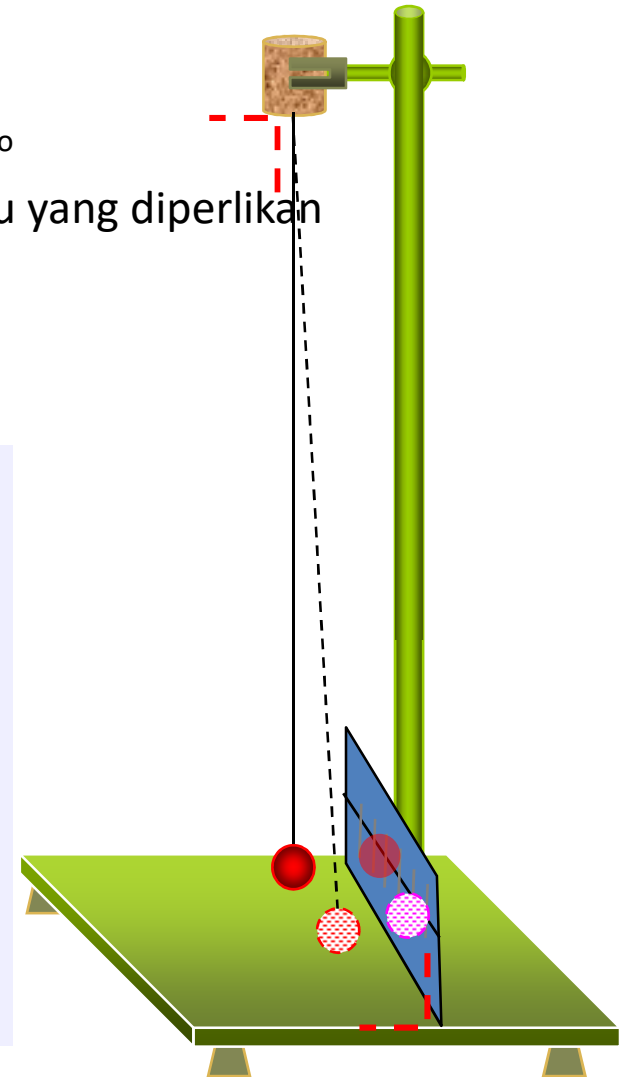
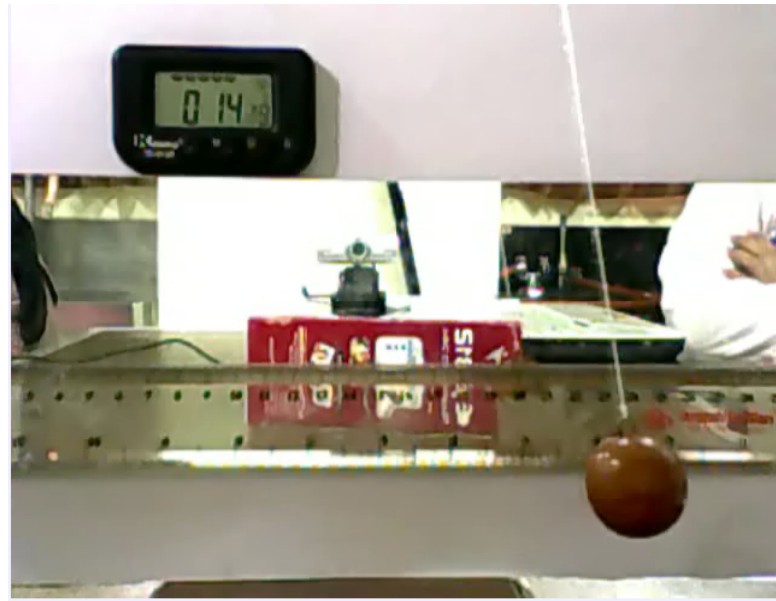
$$g = (6,28)^2 \cdot (0,5) / (1,6)^2 = 7,7 m/s^2$$



Lakukan eksperimen (2) dengan prosedur sebagai berikut:

1. Set eksperimen seperti pada gambar.
2. Simpangkan ayunan sengan sudut simpangan sebesar 10°
3. Biarkan simpangan berayun stabil kemudian hitung waktu yang diperlukan untuk 10 simpangan, tentukan waktu untuk 1 perioda.
4. Ulangi langkah 2 dan 3 hingga 10 kali .
5. Catat harga periode ayun dan hitung nilai gravitasinya

Data Eksp.	
no	T (s)
1	1,44
2	1,43
3	1,43
4	1,44
5	1,44
6	1,43
7	1,42
8	1,43
9	1,43
10	1,43
Rerata	1,432

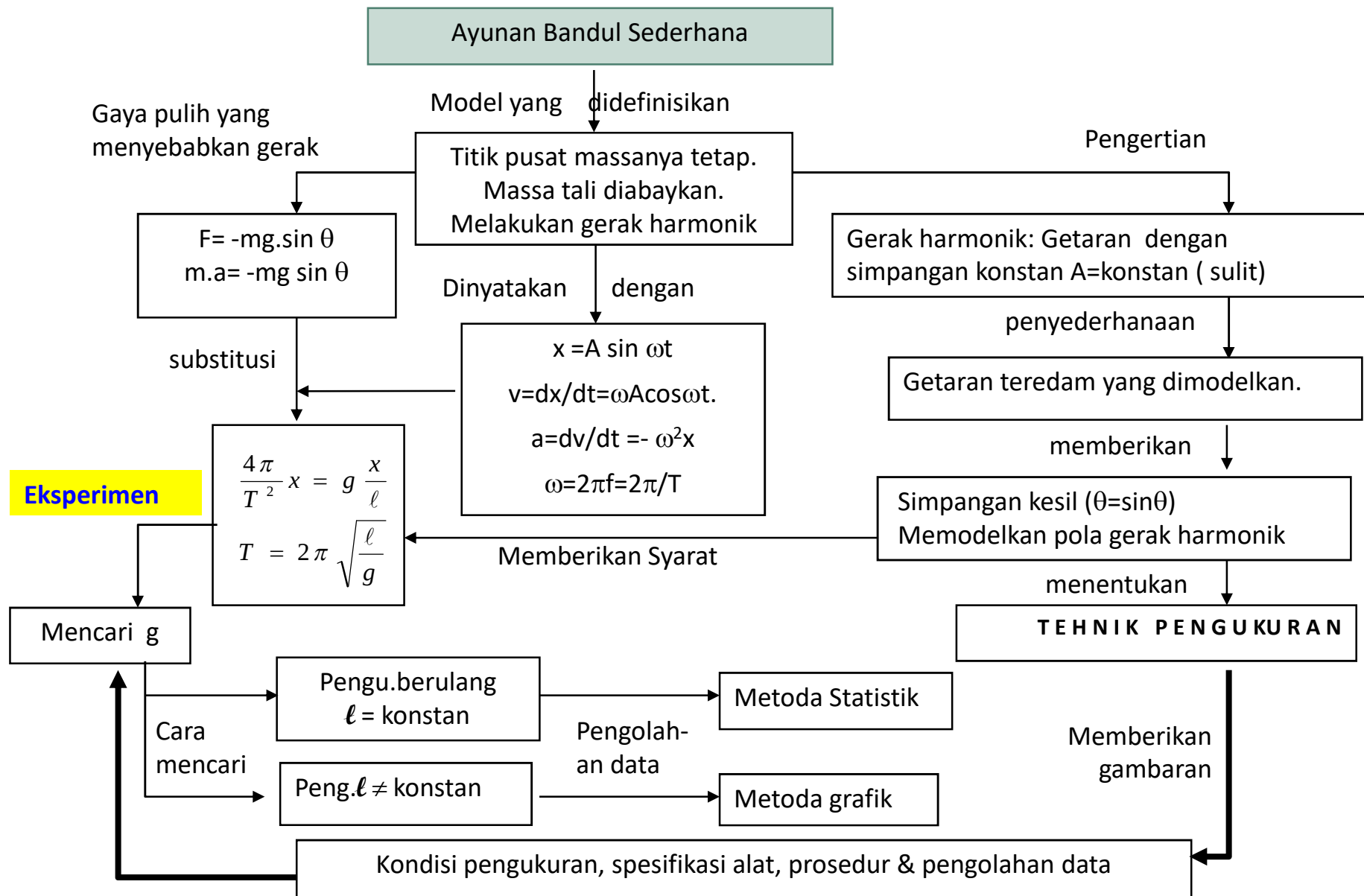


Berdasarkan hasil eksperimen di peroleh nilai $T=1,43$ s, dengan demikian harga gravitasi menjadi
$$g = (6,28)^2 \cdot (0,5) / (1,43)^2 = 9,64 \text{ m / s}^2$$

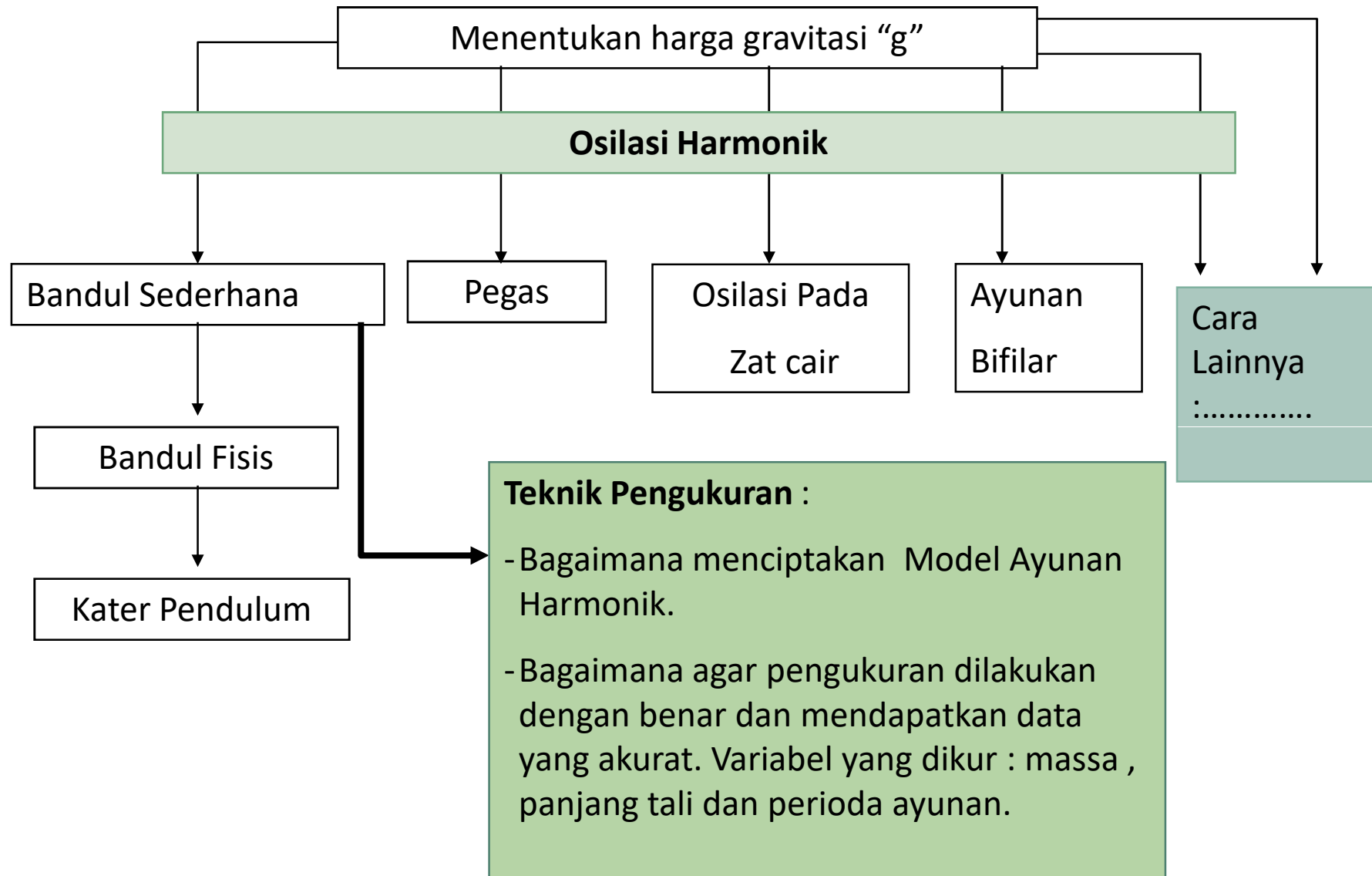
Berikan komentar anda tentang
eksperimen di atas!

Data mana yang lebih akurat?
Mengapa demikian?

Mengapa prosedur pada eksperimen (2)
dibangun demikian?



Contoh :



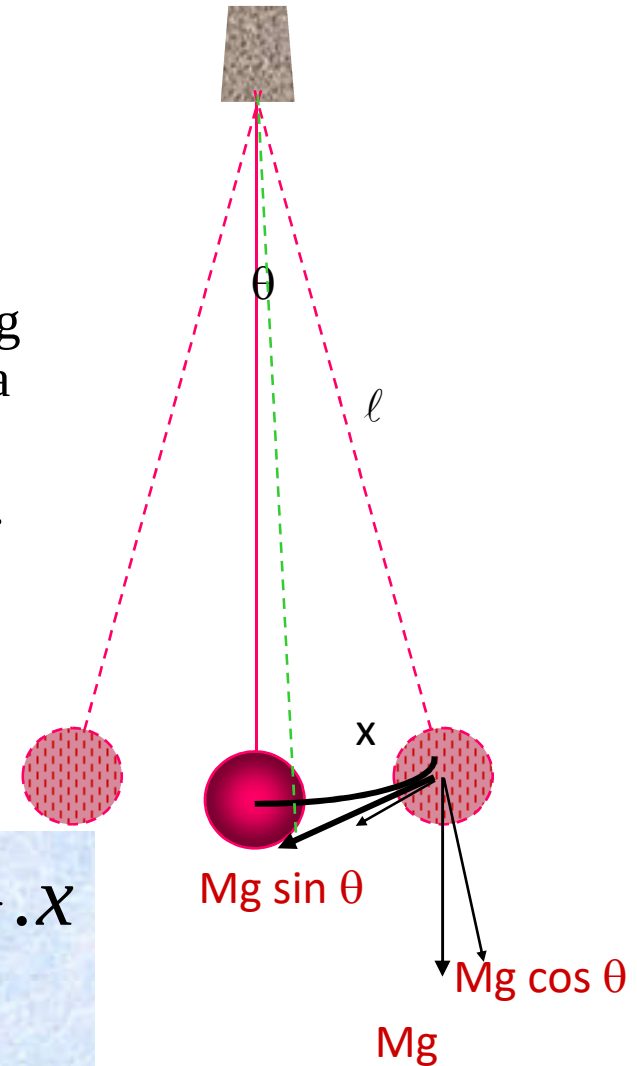
Eksperimen Bandul

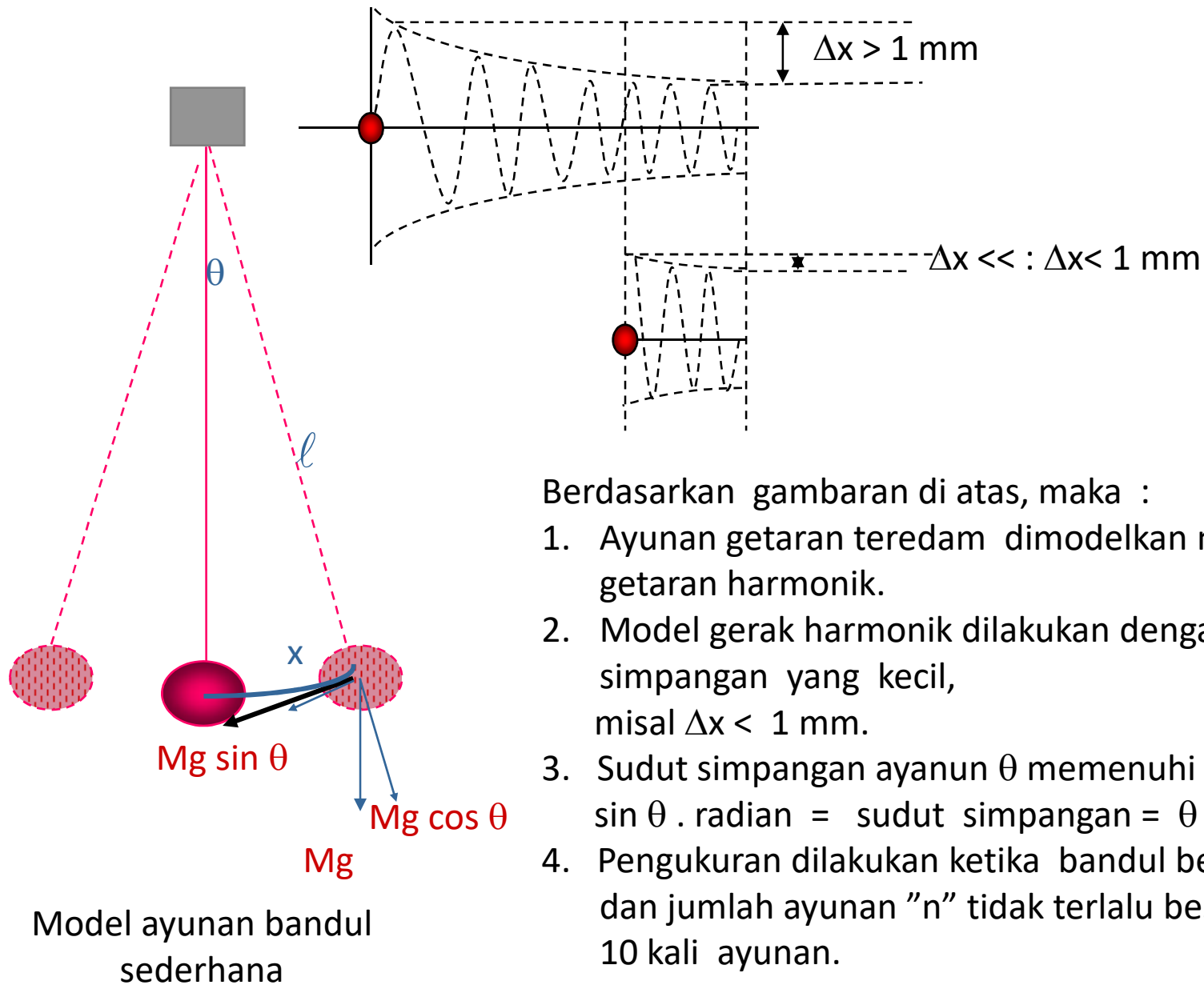
- Gravitasi bumi dicari melalui eksperimen bandul sederhana.
- Bandul sederhana memiliki posisi pusat massa yang konstan (terletak pada pusat massa bandul) , massa tali diabaikan.
- Ayunan bandul berupa ayunan harmonik sederhana.
- Atas dasar teknik menciptakan model ayunan harmonik sederhana ,
maka simpangan tidak besar, sehingga

$$mg \sin \theta = m.a = m \omega^2 x = m. \frac{4\pi^2}{T^2} .x$$

$$\theta \ll \rightarrow \sin \theta = \theta; \quad \theta = \frac{x}{\ell}$$

$$g \frac{x}{\ell} = \frac{4\pi^2}{T^2} .x \rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$$





Berdasarkan gambaran di atas, maka :

1. Ayunan getaran teredam dimodelkan menjadi getaran harmonik.
2. Model gerak harmonik dilakukan dengan perubahan simpangan yang kecil, misal $\Delta x < 1 \text{ mm}$.
3. Sudut simpangan ayunan θ memenuhi harga : $\sin \theta \text{ . radian} = \text{sudut simpangan} = \theta$
4. Pengukuran dilakukan ketika bandul berayun stabil, dan jumlah ayunan "n" tidak terlalu besar, misal $n = 10$ kali ayunan.

- Syarat batas eksperimen ini adalah dengan harga θ yang kecil, sehingga jika $\sin\theta = y$ dan $1 \text{ rad} = 57.32$, maka $y \times 1 \text{ radian} = \theta$ dan simpangan menjadi :

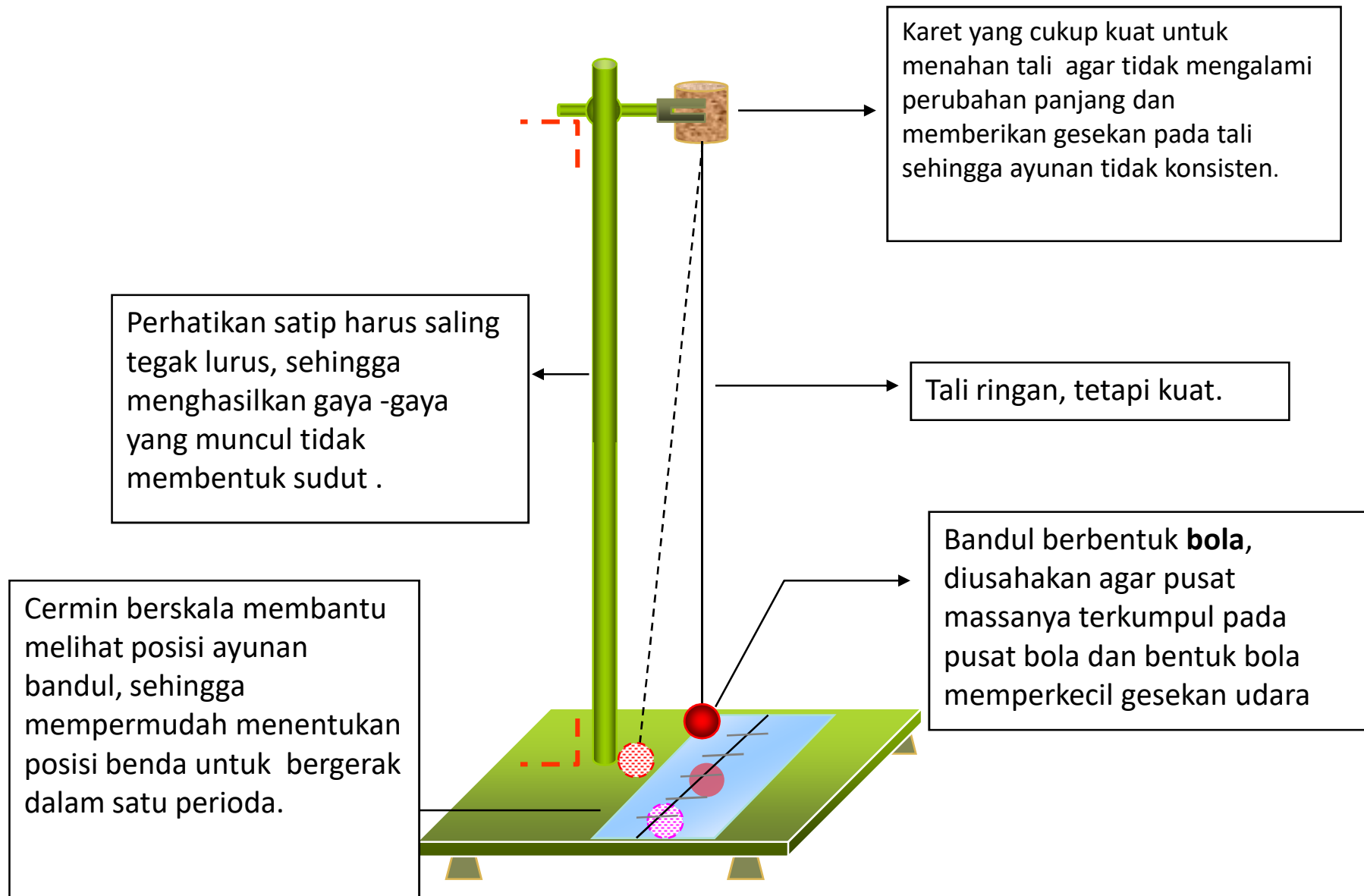
No	θ°	$\sin \theta$	$\sin \theta \times 57,32$	$\ell = 50 \text{ cm}$, maka simpangan x (cm)
1	5	0,087	4,995	4,35
2	10	0,174	9,953	8,74
3	15	0,259	14,836	12,95
4	20	0.342	19,604	17,10
5	25	0.423	24.22	21,15
6	30	0,5	28.67	25

Berdasarkan simulasi di atas, maka teknik pengukuran menjadi :

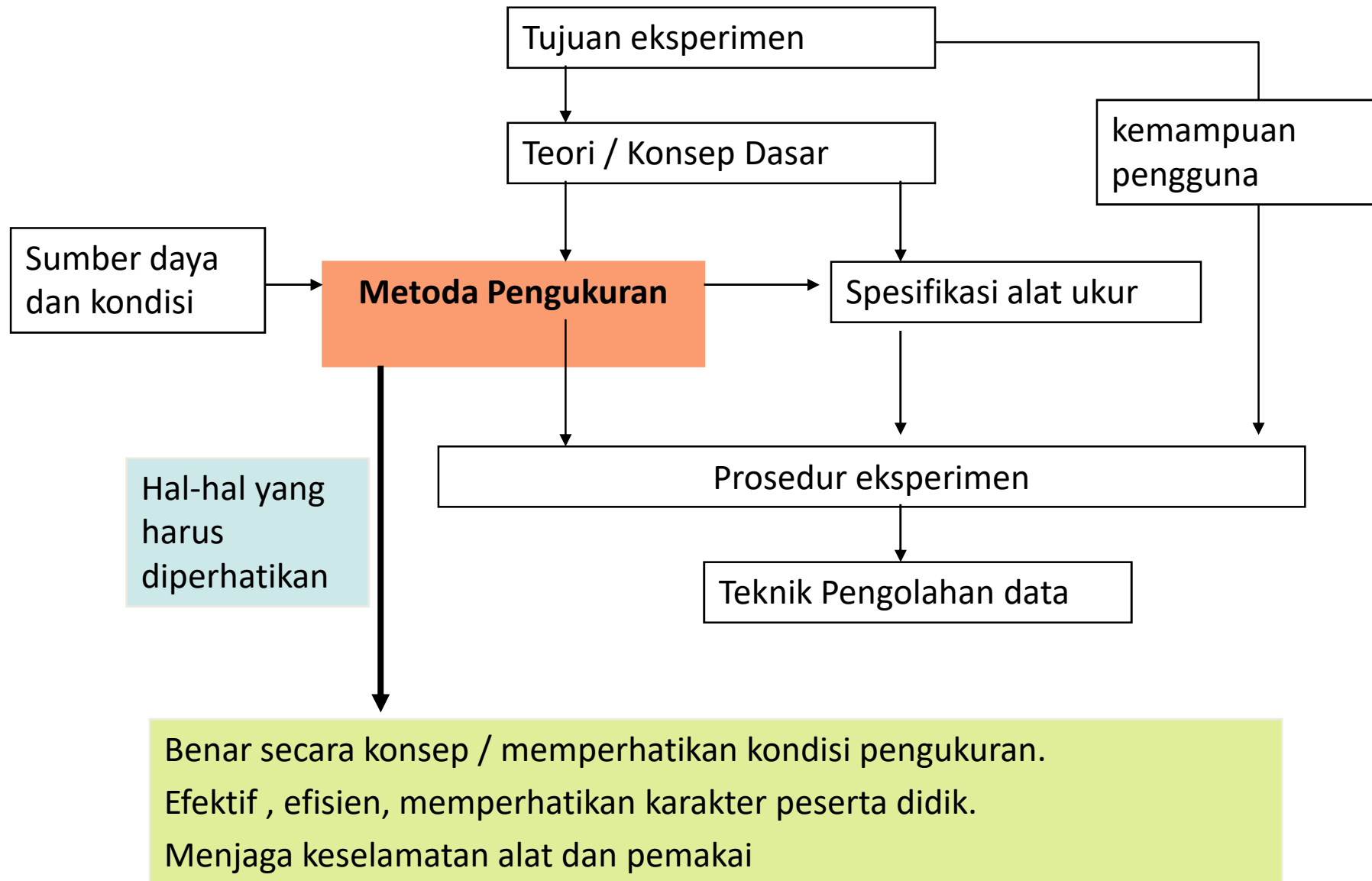
Sudut simpang bandul antara $5^\circ - 10^\circ$ atau simpangan bandul sejauh $x = 4,35 \text{ cm} - 8,74 \text{ cm}$ (untuk panjang tali $\ell = 50 \text{ cm}$).

Tunggu beberapa saat agar ayunan bergerak setimbang, kemudian hitung waktu yang diperlukan untuk 10 getaran.

Sketsa Set Eksperimen



Membangun Metoda Pengukuran



Eksperimen Kalorimeter

Tujuan eksperimen : menentukan kalor jenis bahan kalorimeter



Set eksperimen
kalorimeter (A)



Set eksperimen
kalorimeter (B)

Kedua set alat tersebut kita gunakan untuk melakukan eksperimen dengan tujuan mendapatkan harga kalor jenis bahan kalorimeter dengan menggunakan prosedur yang sama.

Data hasil eksperimen dengan set eksperimen A

No	m_k (gram)	M_{kad} (gram)	M_{kadap} (gram)	t_{Ad} (°C)	t_{Ap} (°C)	T_s (°C)	m_{Ad} (gram)	m_{Ap} (gram)	$t_2 - t_s$ (°C)	$t_s - t_1$ (°C)	ck (kal /gr°C)
1	60,51	160,3	250,13	27	71	47	99,79	89,83	24	20	52,92348372
2	60,51	126,67	201,23	27	76	50	66,16	74,56	26	23	158,4571145
3	60,51	159,49	240,9	27	83	50	98,98	81,41	33	23	155,8382086
4	60,51	130,65	256,23	27	75	51	70,14	125,58	24	24	527,7382251
5	60,51	140,37	267,56	27	84	49	79,86	127,19	35	22	979,7398777

Data hasil eksperimen dengan set eksperimen B

No	m_k (gram)	M_{kad} (gram)	M_{kadap} (gram)	t_{Ad} (°C)	t_{Ap} (°C)	T_s (°C)	m_{Ad} (gram)	m_{Ap} (gram)	$t_2 - t_s$ (°C)	$t_s - t_1$ (°C)	ck (kal /gr°C)
1	110,97	238,75	361,23	27	93	57	127,78	122,48	36	30	155,6853204
2	110,97	224,5	366,74	27	90	60	113,53	142,24	30	33	154,8475264
3	110,97	235,5	365,35	27	92	58	124,53	129,85	34	31	154,8938452
4	110,97	210,65	330,65	27	90	59	99,68	120	31	32	152,9033072
5	110,97	225,65	337,62	27	93	57	114,68	111,97	36	30	159,6431468

Dengan memperhatikan tabel

Bagaimana karakteristik data yang diperoleh?

Mengapa demikian?

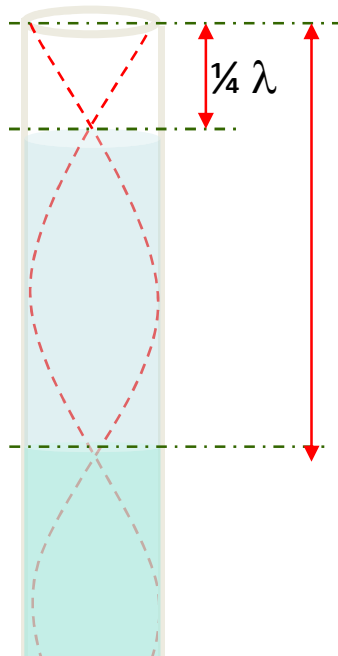
Gagasan apa yang anda akan lakukan jika alat yang anda miliki seperti pada set eksperimen A?

Contoh Resonansi pada kolom udara

Tujuan mengukur cepat rambat gelombang bunyi di udara.

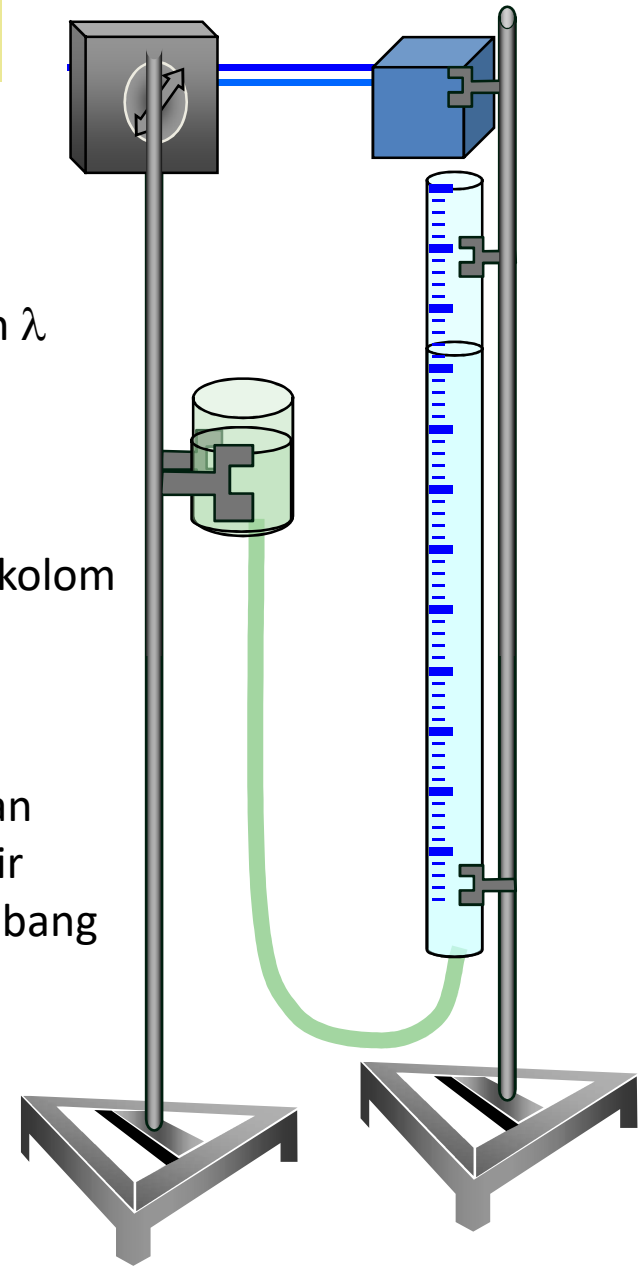
$$v = f \cdot \lambda \text{ (m/s)}$$

dalam hal ini f sebagai variabel bebas yang kita berikan dan λ sebagai variabel terikat.



Resonansi terjadi karena panjang kolom udara memenuhi $\frac{1}{4}(2n+1)\lambda$, .

Gejala resonansi dibuktikan dengan bunyi nyaring ketika permukaan air berada pada simpul-simpul gelombang stationer.



Kecepatan rambat bunyi diudara adalah 340m/s. Jika frekuensi resonansi sumber kita tentukan 340 Hz, maka panjang kolom udara teresonansi diprediksikan ketika kolom udara mecapai panjang 25 cm dan 75 cm untuk dua bunyi nyaring yang berurutan.

Spesifikasi alat dapat dikembangkan sebagaiberikut :

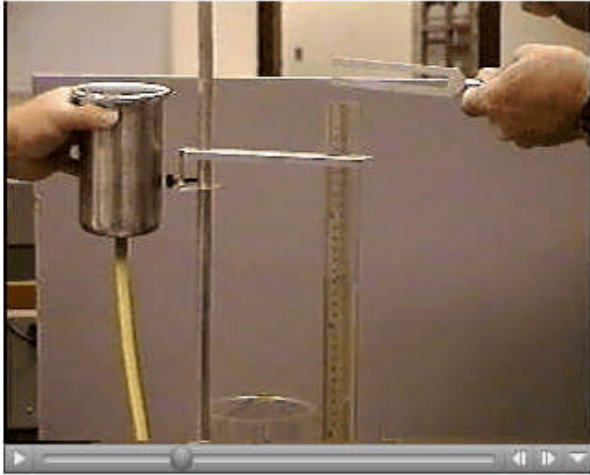
Menentukan harga frekuensi sumber getar : Jika menggunakan garpu tala : **$f = 288 \text{ Hz}$; $f = 341,3 \text{ Hz}$; $f = 426,6 \text{ Hz}$; $f = 512 \text{ Hz}$.**

Tentukan panjang tabung minimal yang diperlukan!

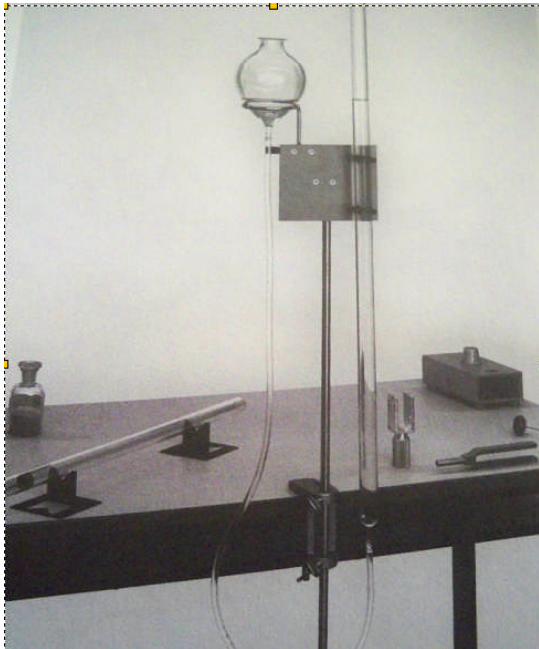
Jika menggunakan Audio generator kita memiliki kebebasan untuk memberikan variasi karena rentang frekuensi yang dimiliki sangat beragam dari **$f = 1 \text{ Hz} -- 10.10^3 \text{ Hz}$** . Tetapi alat ini harus ditambah dengan speaker untuk pengeras suara.

Banyaknya air bergantung dari volume tabung $V = \ell \cdot A \text{ cm}^3$, hal ini akan menentukan besar volume bejana penampung air.

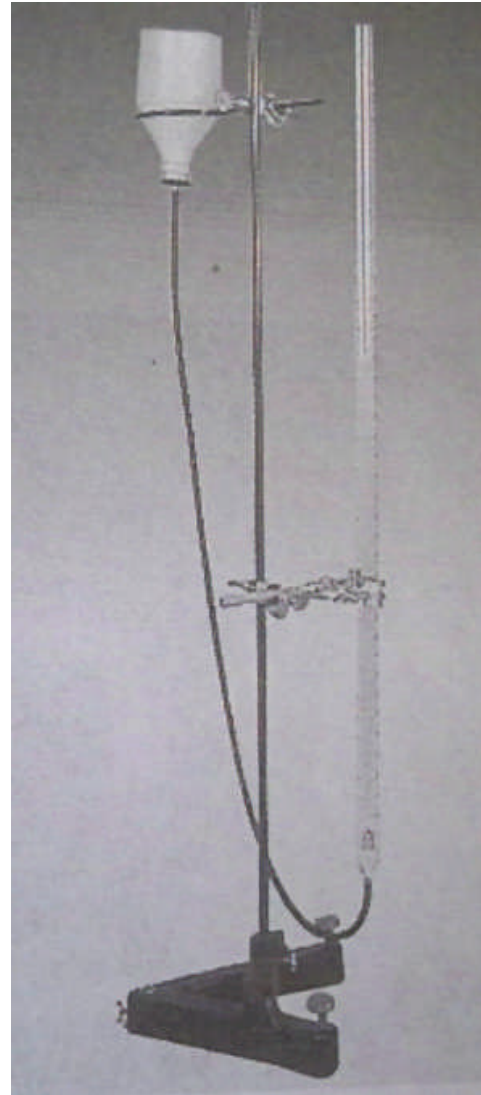




<http://www.hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/class/PhSciLab/restube2.htm> [18/03/2009]



Leybold-Heraeus, Equipment for Scientific and technical Education



Pudak Scientific

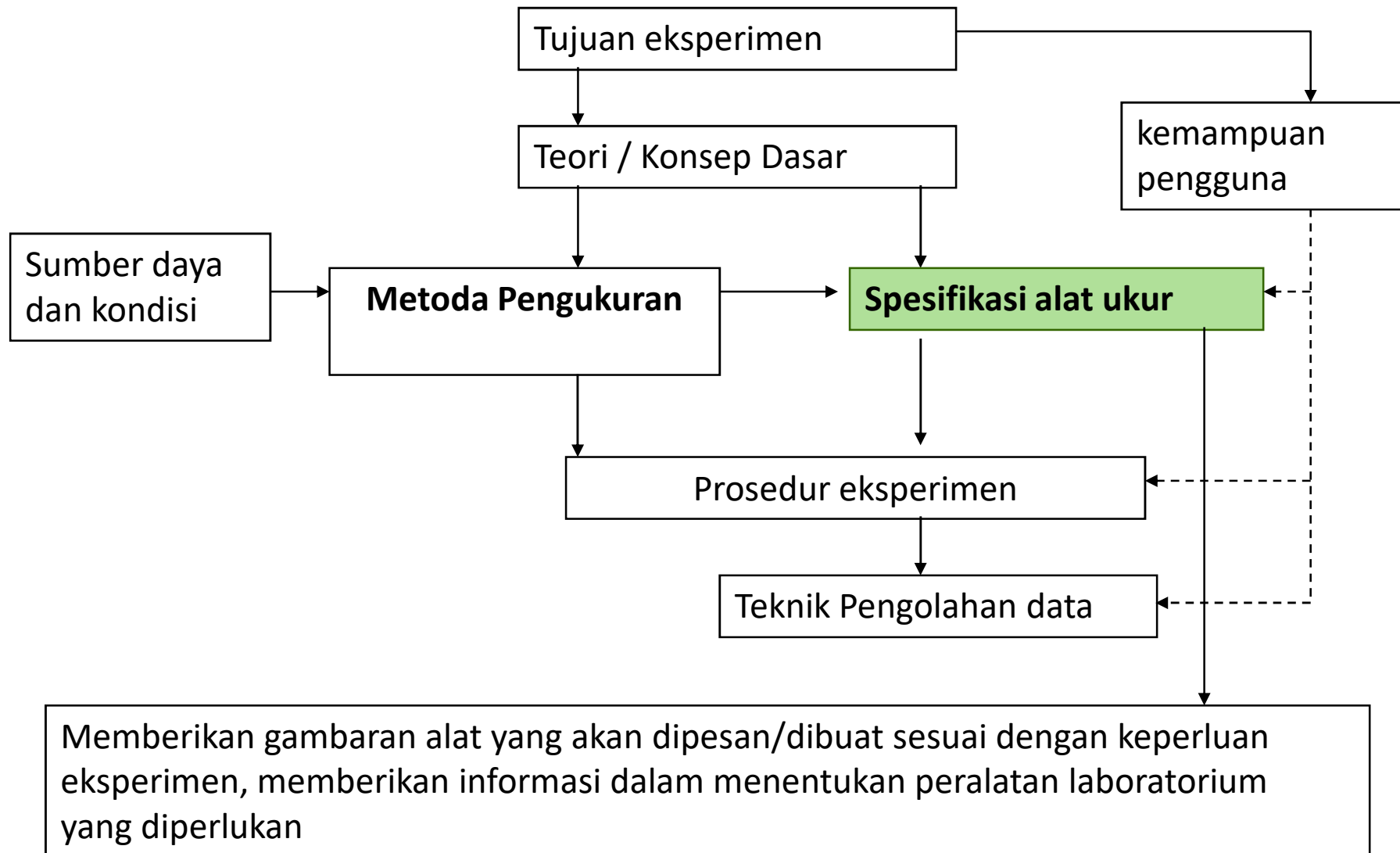


<http://www.hartnell.cc.cabus/physics/lab/4c/2resonantaircolumn.pdf> [18/03/2009]

Berdasarkan , gambaran di atas, maka spesifikasi alat untuk eksperimen resonansi dapat kita susun sebagai berikut :

1. Pipa Kolom udara bersekala (0-100 cm)
(transparan , $\varnothing d = 3,4 \text{ cm}$; $\varnothing l = 3,9 \text{ cm}$, $p = 110 \text{ cm}$) 1 buah.
2. Statip besi dan dudukannya $\varnothing = 1,2 \text{ cm}$ $p = 120 \text{ cm}$ 1 buah.
3. Tabung air plastik Vol 1lt, $\varnothing$ lubang =1 cm 1 buah.
4. Slang plastik lentur ($\varnothing d : 0,8 \text{ cm}$; $\varnothing l = 1 \text{ cm}$; $p = 2 \text{ m}$) 1 buah.
- 5a. Garpu tala **5 buah** ,masing-masing $f = 288 \text{ Hz}$; $f = 341,3 \text{ Hz}$;
 $f = 426,6 \text{ Hz}$; $f = 512 \text{ Hz}$.
Pemukul garpu tala 1 buah.
- 5b. Audio Generator $V = (220 - 117) \text{ V}$ 1 buah.
(Kenwood Cr. Osillator Seri Ag-203) .
- Spiker 1 buah.
6. Pelengkap lainnya sepertiudukan bejana air, dudukan tabung resonansi bergantung **desain set** alat yang kita inginkan.

Tujuan : Menentukan spesifikasi alat ukur dalam merancang kegiatan eksperimen



Terima kasih