Metode/Cara Pengukuran Berdasarkan Analisa Ralat dalam Pengukuran Fisika

Rita Prasetyowati
Fisika FMIPA UNY
2012

Pendahuluan

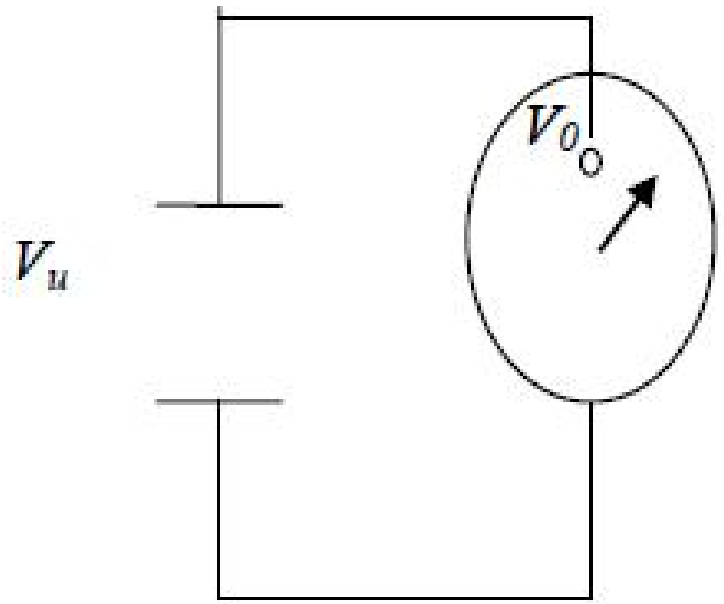
- Pengukuran secara umum terbagi dua:
  - Pengukuran Langsung
  - Pengukuran Tak langsung
- Pengukuran Langsung, dapat dilakukan dengan dua cara:
  - Pengukuran Tunggal
  - Pengukuran Berulang
- Pengukuran besaran fisika baik secara langsung maupun tak langsung berpengaruh terhadap keakuratan dan kepresisian hasil ukur yang diperoleh.

- Dalam kaitannya dengan analisa ketakpastian hasil ukur (ralat), pengukuran langsung maupun tak langsung dapat dikelompokkan menjadi lima jenis, yaitu:

1. Metode Dasar (basic method)
2. Metode Selisih (subtraction method)
3. Metode Nol (null method)
4. Metode Penggantian (subtitute method)
5. Metode Penukaran (replacement method)

1. Metode Dasar

- Hasil ukur langsung diperoleh dari nilai yang tertera pada alat ukur
- Kelebihan metode ini: praktis, mudah digunakan, hasil ukur dapat langsung diketahui
- Kekurangan:
  - Ketelitian hasil ukur sangat dipengaruhi oleh skala alat ukur
  - Ketidakpastian hasil ukur dipengaruhi juga oleh sumber ralat pada alat ukur, misal: ralat titik nol (*zero offset*), kepekaan, sifat non linear, dll.



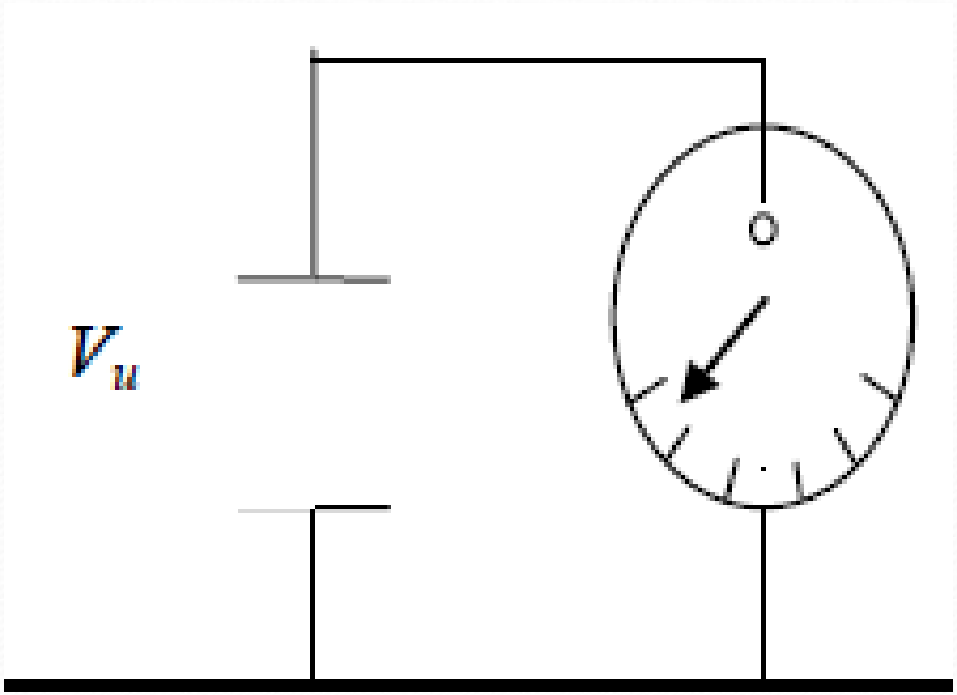
Gambar 1: pengukuran dengan metode dasar

V_u merupakan tegangan yang diukur, dan V_0 tegangan yang ditunjukan oleh alah ukur. Pengukuran dengan metode dasar hasil pengukurannya diperoleh dengan membaca berapa angka yang ditunjukan oleh jarum. Sebelum melakukan pengukuran jarum dipaskan dengan skala alat ukur terlebih dahulu. Pada metode dasar beasar $V_u = V_0$

Contoh :

Akan diukur besar V_u

Batas ukur alat yang digunakan 1,5 volt, dan ketepatan 2% dari batas ukurnya.



Voltmeter menunjukkan : V_0 = 0,9 Volt

Hasil pengukuran pada gambar tsb diperoleh :

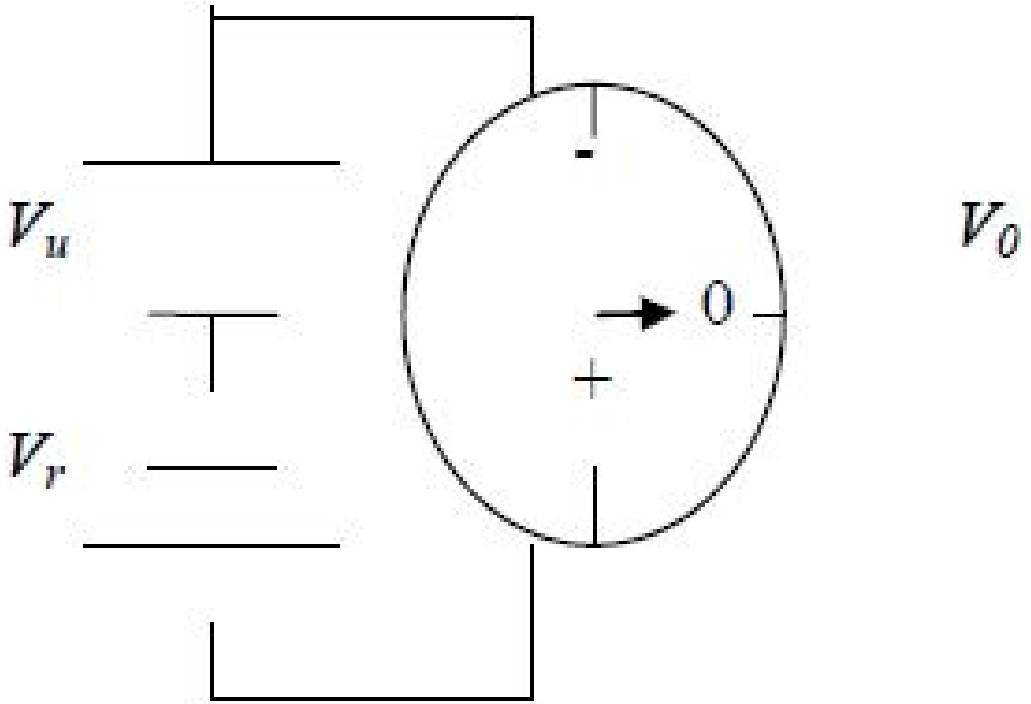
(0,9 ± 0,03) volt

2. Metode Selisih

- Mengunakan standar atau referensi dalam pengukurannya
- Hasil ukur diperoleh dari nilai yang tertera pada alat ukur dikurangi dengan nilai dari perangkat acuan/standar/referensi
- Kepekaan alat ukur dapat diperbaiki sesuai dengan ketelitian perangkat acuan.
- Kekurangan metode ini adalah:
  - tentu saja membutuhkan perangkat acuan/standar yang baik yang sesuai dengan skala yang dikehendaki.
  - Tidak praktis.

Contoh :

Pada pengukuran tegangan, besar nilai tengangan yang terbaca pada alat ukur merupakan selisih dari tegangan yang diukur (*V_u) dengan tegangan referensi (V_r).*



Gambar 3: Pengukuran dengan metode selisih

Pengukuran tegangan yang terbaca pada alat ukur (V_0) = *-0,037* volt, dan tegangan referensi yang digunakan (V_r) = 1,0 volt.

Batas ukur alat ukur adalah 0,1 volt, dan ketidakpastian alat ukur 2% dari batas ukur,

maka diperoleh besar tegangan yang diukur adalah sebagai berikut:

$$V_0 = V_u - V_r$$

$$V_u = V_0 + V_r$$

$$V_u = (-0{,}037 + 1{,}0)\,volt$$

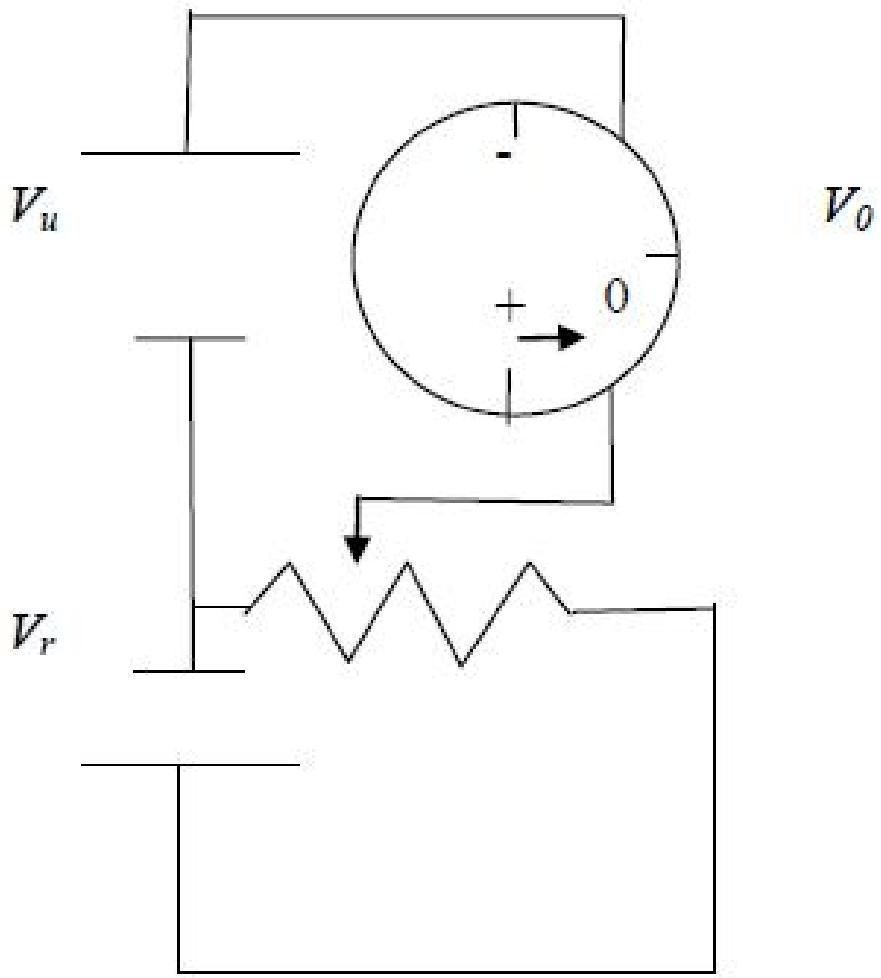
$$V_u = 0{,}963\,volt$$

ketidak pastian adalah 2% X 0,1 volt = 0,002 volt,

sehingga nilai *V_u adalah (0,963 ± 0,002) volt*

3. Metode Nol

- Serupa dengan metode selisih, hanya selisihnya dibuat sama dengan nol
- Kelebihan metode ini:
  - Dapat menghilangkan kesalahan titik nol
  - Kepekaan alat ukur menjadi tinggi
- Kekurangan metode ini:
  - Tentu saja membutuhkan perangkat acuan/standar yang nilainya dapat diubah-ubah.
  - Hasil ukur tidak langsung terbaca pada alat ukur
  - Rangkaian/setup eksperimen menjadi rumit.



Gambar 4: Pengukuran dengan metode Nol

Pengukuran dengan metode Nol setiap kali memulai mengukur, jarum penunjuk dikembalikan keposisi Nol terlebih dahulu.

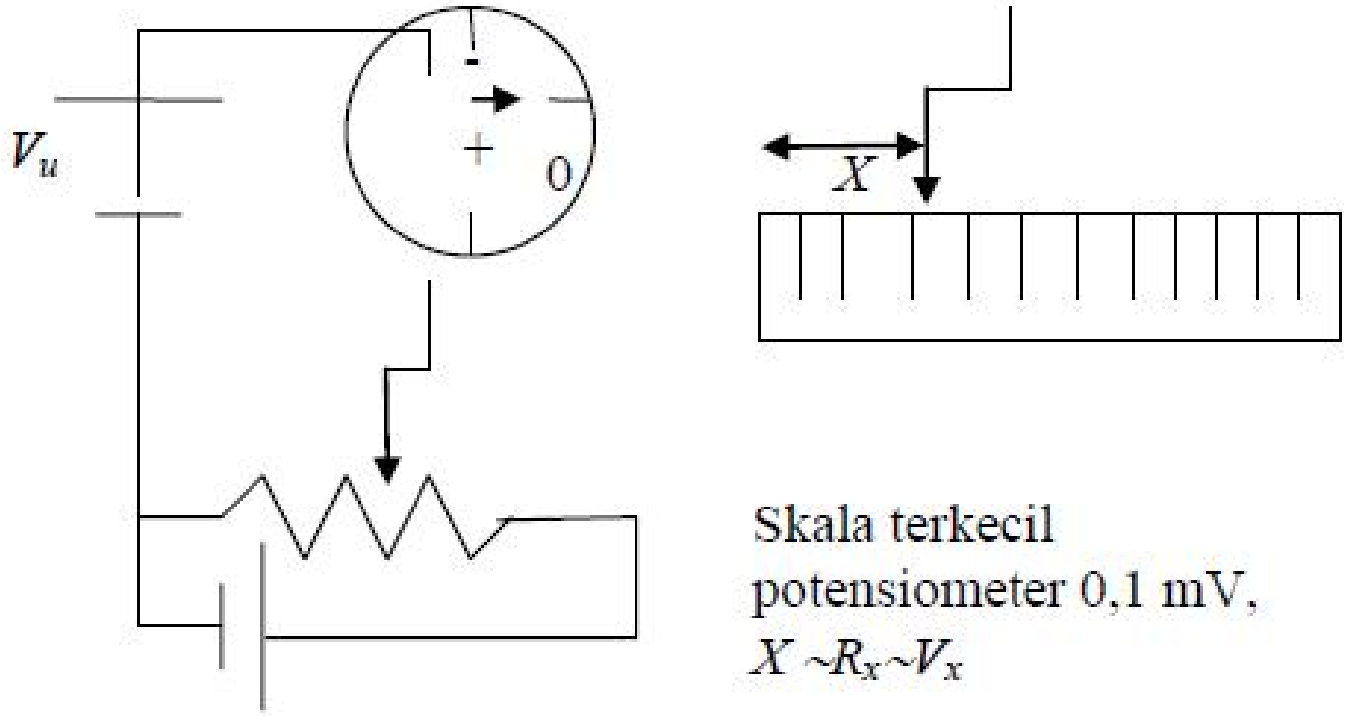
Pada saat mengukur besar tegangan V_O dibuat = 0, dengan demikian diperoleh:

$$V_0 = V_u - V_r$$

$$0 = V_u - V_r$$

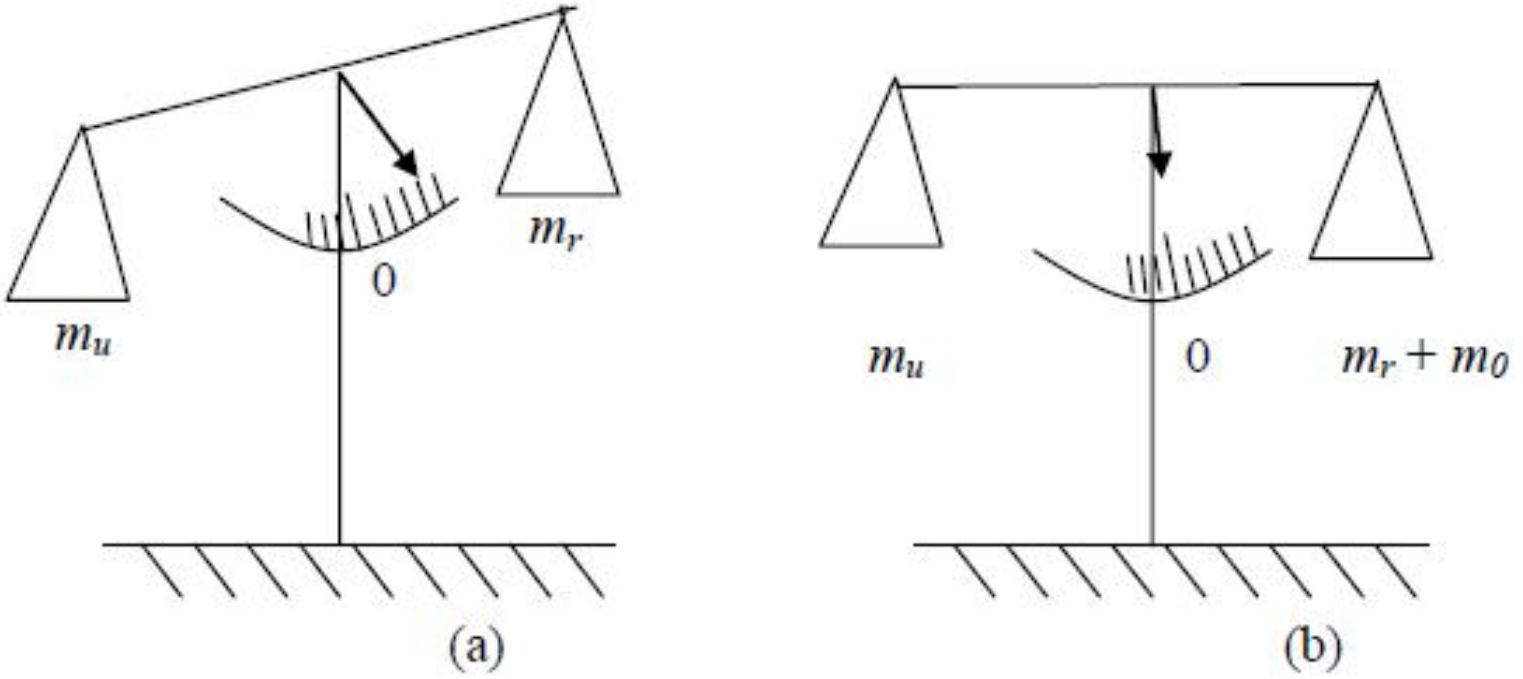
$$V_u = V_r$$

Contoh penggunaan metode Nol dalam pengukuran tegangan sebagai berikut



Misalkan dari gambar tsb diperoleh nilai yang ditunjukan potensiometer adalah 9621 skala sehingga diperoleh nilai *V_X = 9621 X 0,1 mV. Nilai V_X besarnya sama dengan Vu. Oleh karena itu Nilai Vu = (0,9621 ± 0,0001) volt.*

Pada pengukuran massa menggunakan metode Nol, penunjuk pada neraca dibuat pada skala Nol.

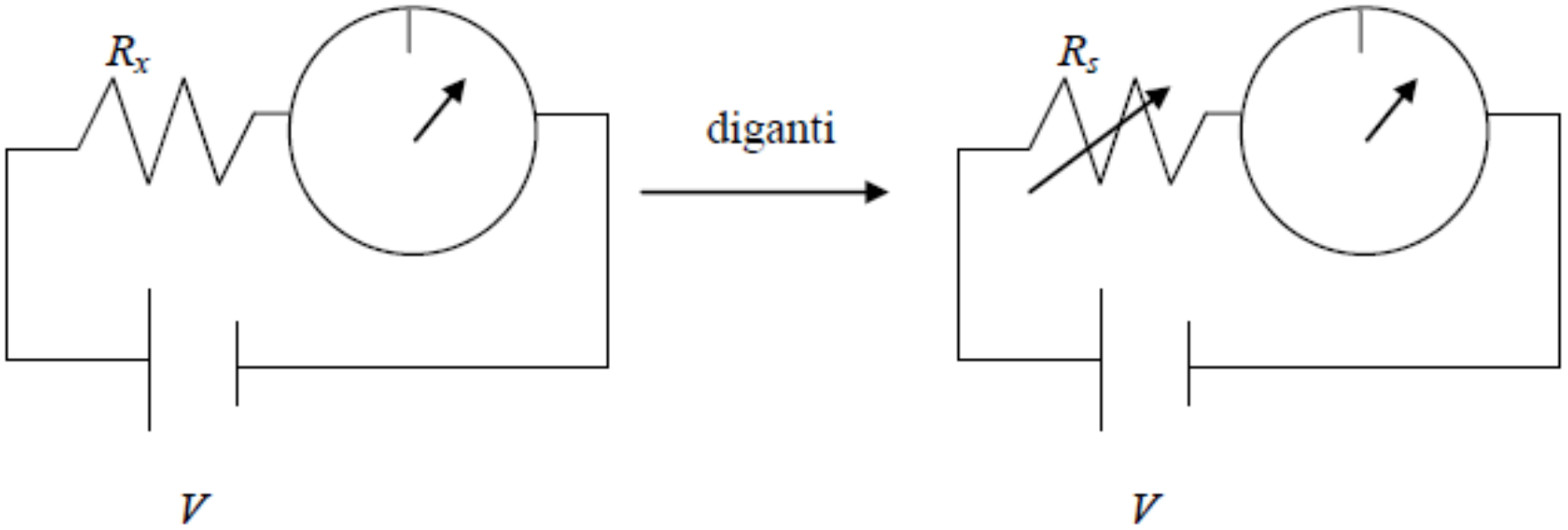


Sebelum diberi m_u dan m_r lengan neraca dalam keadaan setimbang atau jarum menunjuk pada angka Nol. Setelah diberi beban seperti gambar (a), dengan menerapkan metode Nol diperoleh gambar (b). Pada beban m_r diberi tambahan m_0 agar jarum kembali kesekala nol. Besar nilai $m_u = m_0 + m_r$, *sehingga nilai* $m_0 = m_u - m_r$

4. Metode Penggantian

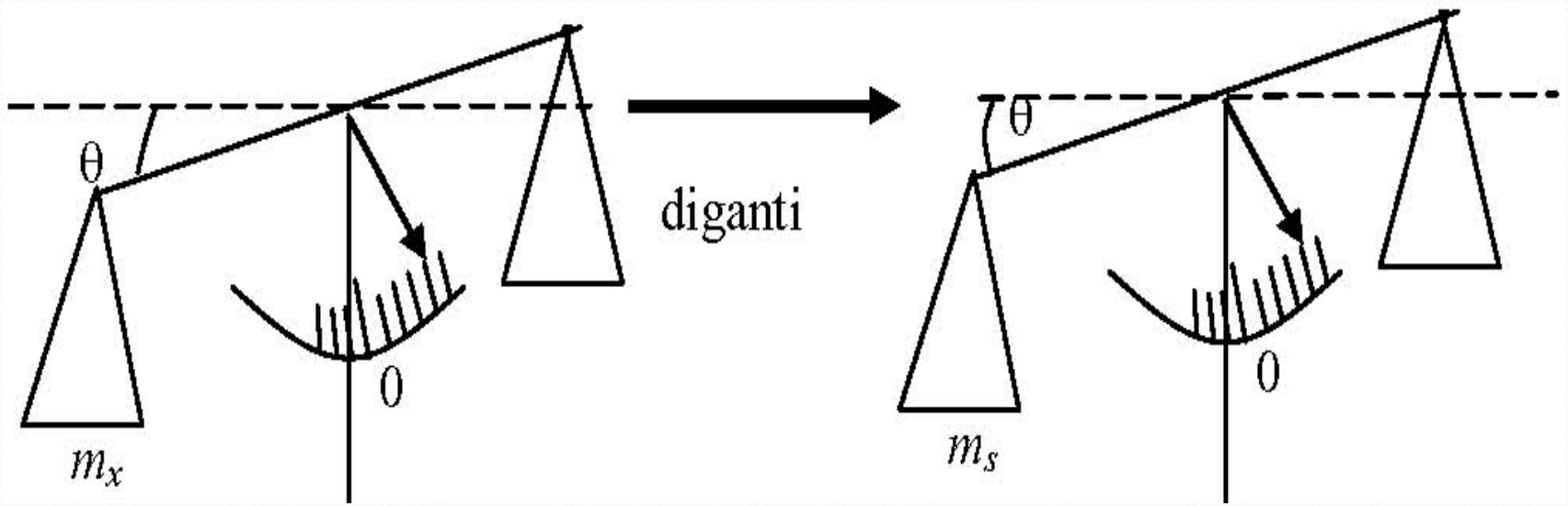
- Cara mengukur besaran yang diukur dengan mengganti dengan besaran standar sehingga memberikan hasil penunjukan yang sama.
- Hasil ukur diperoleh secara tidak langsung
- Sistem yang bekerja adalah tetap/sama, tetapi besaran yang akan diukur diganti dengan besaran standar sehingga memberikan hasil penunjukan yang sama.

Rangkaian pengukuran dengan metode penggantian:



Besar nilai R_x sama dengan R_s apabila ampermeter menunjukan simpangan atau skala nyang sama. Nilai R_s diperoleh dengan menggeser hambatan variabel. Pada saat simpangan jarum menunujukan skala yang sama saat dipasang R_x maka nilai $R_x = R_s$

Contoh rangkaian pengukuran dengan metode penggantian menggunakan alat ukur neraca:

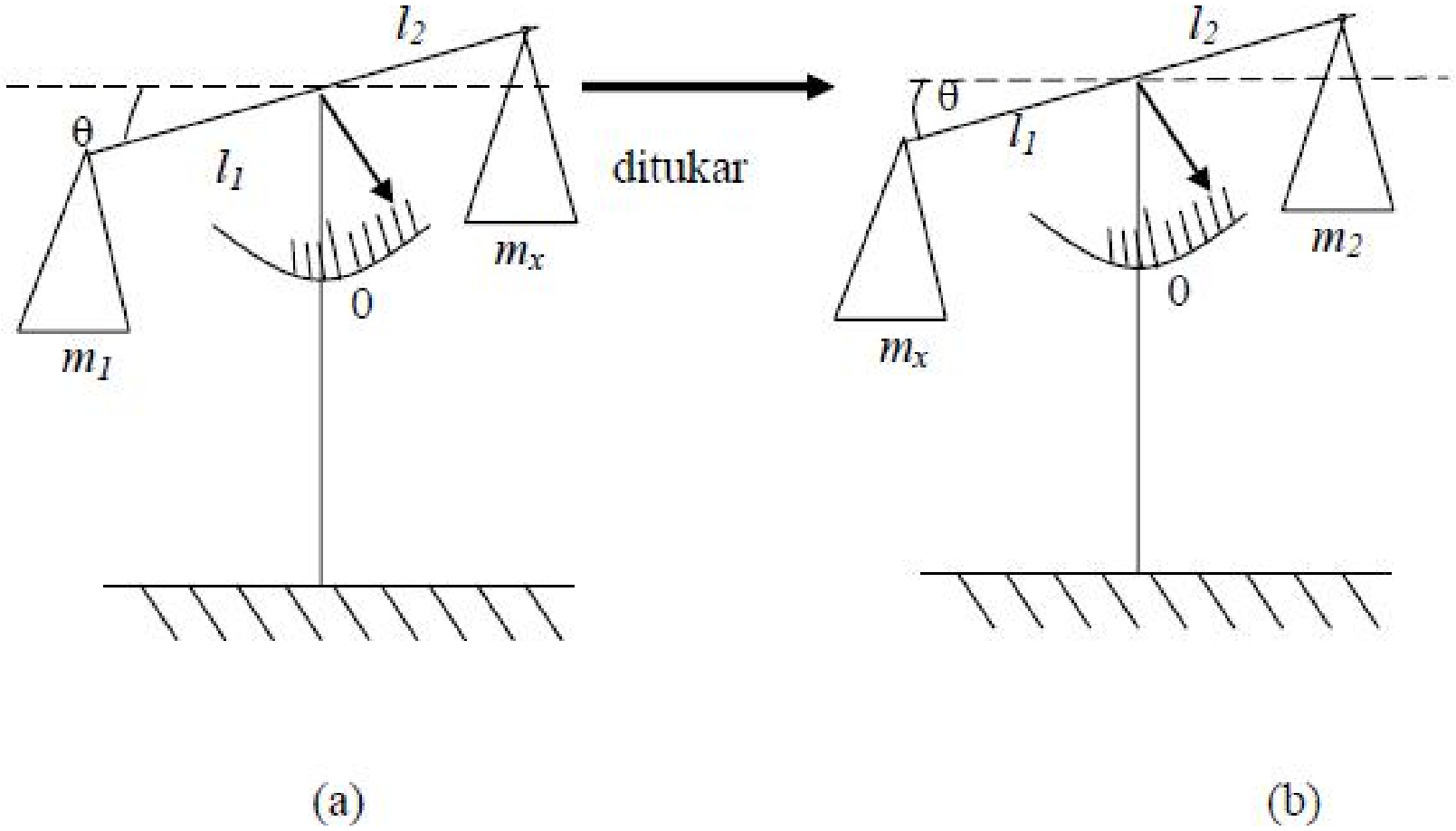


Besar nilai m_x dapat dicari dengan mengantikan massa standar. Ketika simpangan jarum pada neraca sudah sama berarti nilai $m_x = m_s$

5. Metode Penukaran

- Hasil ukur diperoleh tidak secara langsung
- Seluruh sistem ditukar dengan sistem yang serupa, yang telah/dapat diketahui besarnya, yang dapat dijadikan acuan.

Pengukuran massa dengan cara mengantikan salah satu beban dengan beban yang lain. Ketika salah satu beban digantikan harus diperoleh kondisi kesetimbangan seperti sebelum beban diganti.



Pada pengukuran metode penukaran nilai *m1* dan *m2* sudah diketahui, sedangkan *mx* adalah massa yang dicari. Besar nilai *mx* dapat diketahui sebagai berikut:
berdasarkan gambar (a) dapat diperoleh:

$$m_1 g l_1 \cos\theta = m_x g l_2 \cos\theta$$

$$m_1 l_1 = m_x l_2$$

$$\frac{m_1}{m_x} = \frac{l_2}{l_1} \qquad 1$$

berdasarkan gambar (b) dapat diperoleh

$$m_x g l_2 \cos\theta = m_2 g l_2 \cos\theta$$

$$m_x l_1 = m_2 l_2$$

$$\frac{m_x}{m_2} = \frac{l_2}{l_1} \qquad 2$$

Persamaan (1) dan (2) dapat diperoleh bahwa :

$$\frac{m_1}{m_x} = \frac{m_x}{m_2},$$

Sehingga :

$$m_x^2 = m_1 m_2$$

$$m_x = \sqrt{m_1 m_2}$$