

# MENGUKUR

## Kompetensi Siswa

1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya
2. Mengembangkan perilaku (jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli, santun, ramah lingkungan, gotong royong, kerjasama, cinta damai, responsif dan proaktif) dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan bangsa dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia
- 3.1 Memahami hakikat fisika dan prinsip-prinsip pengukuran (ketepatan, ketelitian, dan aturan angka penting)
- 4.1 Menyajikan hasil pengukuran besaran fisis dengan menggunakan peralatan dan teknik yang tepat untuk suatu penyelidikan ilmiah

## Hakikat Fisika

Fisika adalah bagian dari Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) yang merupakan usaha sistematis dalam rangka membangun dan mengorganisasikan pengetahuan dalam bentuk penjelasan-penjelasan yang dapat diuji dan mampu memprediksi gejala alam. Dalam memprediksi gejala alam diperlukan kemampuan pengamatan yang dilanjutkan dengan menyelidiki melalui kegiatan metode ilmiah.


Ilmu Fisika merupakan (1) proses memperoleh informasi melalui metode empiris (*empirical method*); (2) informasi yang diperoleh melalui penyelidikan yang telah ditata secara logis dan sistematis; dan (3) suatu kombinasi proses berpikir kritis yang menghasilkan informasi yang dapat dipercaya dan valid.

Sebagai proses/metode penyelidikan (*inquiry methods*) Ilmu Fisika meliputi cara berpikir, sikap, dan langkah-langkah kegiatan saintis untuk memperoleh produk-produk ilmu pengetahuan ilmiah, misalnya observasi, pengukuran, merumuskan dan menguji hipotesis, mengumpulkan data, bereksperimen, dan prediksi. Dalam konteks itu fisika bukan sekadar cara bekerja, melihat, dan cara berpikir, melainkan '*science as a way of knowing*'. Artinya, Fisika sebagai proses juga dapat meliputi kecenderungan sikap/tindakan, keingintahuan, kebiasaan berpikir, dan seperangkat prosedur. Sementara nilai-nilai fisika berhubungan dengan tanggung jawab moral, nilai-nilai sosial, manfaat fisika dalam kehidupan manusia, serta sikap dan tindakan seseorang dalam belajar atau mengembangkan fisika. Terbentuknya sikap ilmiah misalnya keingintahuan, keseimbangan antara keterbukaan dan skeptis, kejujuran, ketelitian, ketekunan, hati-hati, toleran, dan hemat. Dengan demikian fisika dapat dipandang sebagai cara berpikir untuk memahami alam, sebagai cara untuk melakukan penyelidikan, dan sebagai kumpulan pengetahuan.

### Observasi Fakta

Apa yang dilakukan tukang jahit agar pakaian yang dibuat sesuai dengan ukuran pemesanan? Apa pula yang dilakukan ketika seseorang ingin melakukan jual beli tanah, kebun, atau sawah, agar diperoleh keyakinan antara penjual dan pembeli? Tentu saja penjahit akan mengukur pakaian yang tepat. Begitu pula penjual dan pembeli akan mengukur tanah yang akan diperjualbelikan. Demikianlah aktivitas mengukur merupakan bagian penting dalam kehidupan yang ada di sekitar kita.

Coba berikan komentar kegiatan berikut ini

|  |   |  |
|--|---|--|
|  |  |  |
| .....<br>.....<br>.....  | .....<br>.....<br>.....   | .....<br>.....<br>.....  |

### Mendiskusikan Konsep dan Prinsip

Mengukur adalah kegiatan membandingkan besaran (sesuatu yang kita ukur) dengan alat ukur (dengan skala tertentu yang distandarkan). Beberapa kegiatan penting dalam mengukur adalah memilih alat ukur yang tepat, menggunakannya dengan teliti (termasuk membaca hasil pengukuran), dan menuliskan hasilnya.

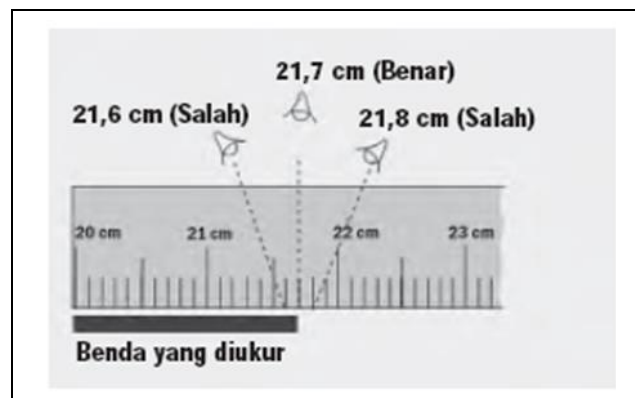
Coba pasangkan kegiatan berikut pada gambar alat ukur yang tepat!

1. Mengukur masa satu sak semen
2. Mengukur masa resep obat
3. Mengukur masa gula di warung

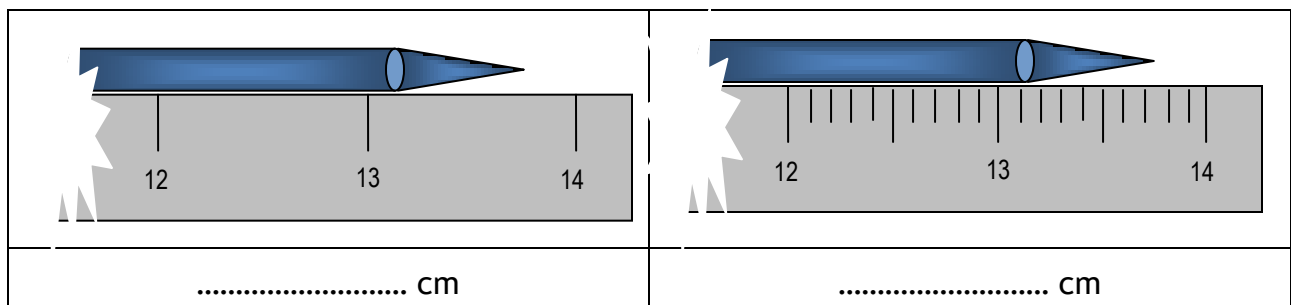


Pada saat membaca hasil pengukuran, penting sekali ketelitian dan ketepatan cara penglihatan seperti gambar berikut.

Dengan posisi cara mengukur yang berbeda, hasil pengukuran menjadi berbeda. Tentu saja cara yang benarlah (posisi penglihatan tegak lurus) yang hasil pengukurannya *valid* (dapat dipercaya). Kesalahan akibat penglihatan yang kurang teliti dinamakan **kesalahan paralaks**.



Hasil pengukuran juga harus memperhatikan skala alat ukur yang menunjukkan ketelitiannya. Perhatikan gambar berikut, kemudian tuliskan hasil pengukuran yang sesuai dengan alat ukurnya.



Tentu saja hasil penulisan tidak sama karena dua alat ukur itu memiliki ketelitian yang berbeda. Mistar pertama batas ketelitian pada skala cm, sedangkan mistar ke dua memiliki batas ketelitian hingga mm. Oleh karena itu penulisan yang pantas adalah 13,7 cm untuk mistar pertama, dan 13,75 cm pada mistar ke dua. Kita boleh menggunakan satu angka taksiran saja, yaitu angka 7 pada pengukuran pertama dan angka 5 pada pengukuran ke dua.

Penulisan hasil pengukuran penting diperhatikan karena menunjukkan ketelitian alat ukur yang digunakan. Apakah hasil pengukuran 12,50 ml sama dengan 12,5 ml?

Jawaban anda: .....

.....

Penulisan hasil pengukuran (panjang, masa, kecepatan, dan lain-lain) harus memperhatikan kaidah penulisan **angka penting** (*significant figures*). Kaidah penggunaan angka penting tersebut antara lain:

- (1) Angka penting terdiri dari angka pasti dan satu angka taksiran
- (2) Semua angka bukan nol hasil pengukuran termasuk angka penting
- (3) Angka nol yang diapit angka lain termasuk angka penting
- (4) Angka nol pada angka desimal:
  - a. Di sebelah kanan angka lain termasuk angka penting
  - b. Di sebelah kiri angka lain bukan termasuk angka penting
- (5) Hasil penjumlahan dan pengurangan hasil pengukuran hanya boleh menggunakan satu angka taksiran
- (6) Hasil perkalian dan pembagian hasil pengukuran ditulis dengan menggunakan angka penting paling sedikit (resiko terkecil)

**Diskusikan (berdua atau berempat) dan tuliskan hasilnya**

1. Berapa jumlah angka penting, tunjukan angka pasti dan angka taksiran pada hasil pengukuran berikut ini

| Hasil Pengukuran                | Banyaknya Angka Penting | Angka Pasti | Angka Taksiran |
|---------------------------------|-------------------------|-------------|----------------|
| 13,7 cm                         |                         |             |                |
| 13,75 cm                        |                         |             |                |
| 12,50 ml                        |                         |             |                |
| 12,5 ml                         |                         |             |                |
| 0,078 detik                     |                         |             |                |
| $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ |                         |             |                |

2. Lakukan operasi bilangan hasil pengukuran berikut ini

- a.  $12,50 \text{ gram} + 2,7 \text{ gram} = \dots\dots\dots \text{ gram}$
  - b.  $405 \text{ gram} : 2,50 \text{ cm}^3 = \dots\dots\dots \text{ gram/cm}^3$
  - c.  $17,35 \text{ cm} : 5 \text{ lembar} = \dots\dots\dots \text{ cm}$
  - d.  $67,5 \text{ gram} \times 17 \text{ butir telur} = \dots\dots\dots \text{ gram}$
3. Jika diameter kelereng 1,56 cm, berapa volume kelereng itu?  
 ..... (cm<sup>3</sup>)
4. Jika jarak tempuh 15,0 km ditempuh kendaraan dalam waktu 10,0 menit, berapa kecepatan rata-rata kendaraan itu?  
 ..... (km/j)
5. Benda yang masanya 2,50 kg ditarik oleh gaya F mengalami percepatan 2,1 m.s<sup>-2</sup>. Berapa besar gaya tarik F? ..... (kg.m.s<sup>-2</sup>)

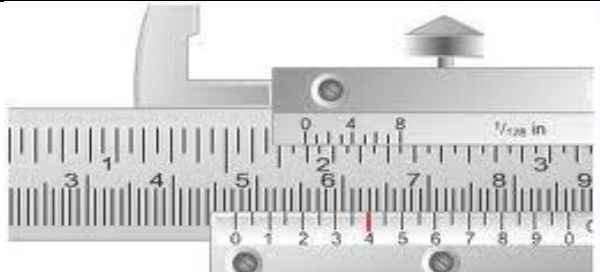
**Praktik dan Dikusi Mengukur Panjang, Massa, dan Waktu**

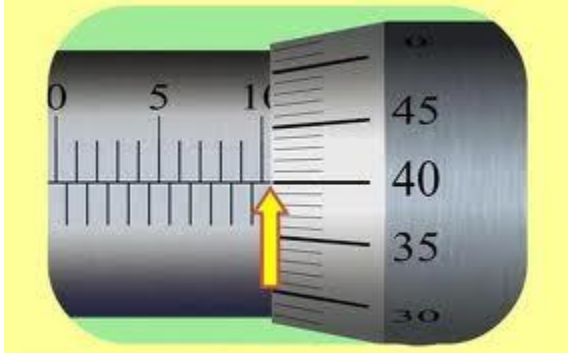
Mengukur panjang dapat menggunakan meteran, mistar, jangka sorong, atau mikrometer. Penggunaannya tergantung kebutuhan benda yang diukur.

Cobalah diisi tabel berikut untuk menunjukkan penggunaan alat ukur panjang yang tepat.

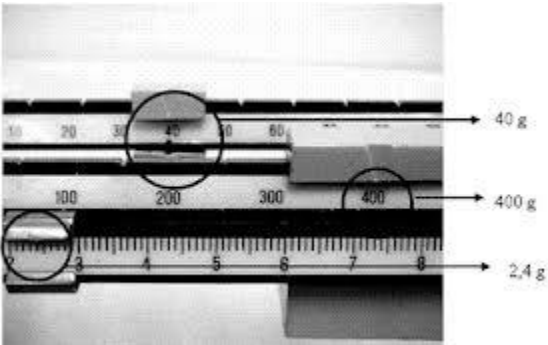
| Benda yang dikur    | Panjang lingkarpinggang | Diameter gotri | Tebal kertas | Diameter bola bekel (karet) | Kedalaman tutup spidol | Panjang pensil |
|---------------------|-------------------------|----------------|--------------|-----------------------------|------------------------|----------------|
| Alat yang digunakan | .....                   | .....          | .....        | .....                       | .....                  | .....          |
|                     | .....                   | .....          | .....        | .....                       | .....                  | .....          |
|                     | .....                   | .....          | .....        | .....                       | .....                  | .....          |

Untuk menggunakan jangka sorong dan mikrometer perhatikan gambar berikut dan diskusikan

| Gambar  | Hasil pengukuran |
|---|------------------|
|  | Skala utama:     |
|   | Sakala nonius:   |

| Gambar  | Hasil pengukuran      |
|---|-----------------------|
|   | Hasil pengukuran:     |
|  | Skala utama:          |
|   | Skala nonius (putar): |
|   | Hasil pengukuran:     |

Mengukur massa dapat menggunakan berbagai jenis neraca. Neraca yang sering ditemui di laboratorium adalah neraca lengan dan neraca pegas (dinamometer). Perhatikan gambar dan diskusikan hasil pengukurannya

| Gambar  | Hasil Dikusi      |
|---|-------------------|
|  | Jenis neraca:     |
|   | Hasil pengukuran: |

Mengukur waktu relatif mudah saat ini karena tersedia berbagai jenis stopwatch. Ada stopwatch mekanik dan ada pula stopwatch digital yang ada di handphone. Anda pasti mudah menggunakannya.

Lakukan percobaan mengukur masa jenis kelereng dan batu kerikil berikut ini.

1. Ambil sebuah kelereng, timbang masanya dengan menggunakan neraca lengan, dan ukur diameternya untuk mendapatkan volume kelereng tersebut.

Masa kelereng : ..... gram

Diameter kelereng : ..... cm

Volume kelereng : ..... cm<sup>3</sup>  
 Masa jenis kelereng :  $\frac{masa}{volume} = \frac{.....}{.....}$   
 ..... gram/cm<sup>3</sup>

2. Ambil lima buah batu kerikil dengan ukuran berbeda dan jenis (kekasaran permukaan) yang sama. Tandai masing-masing dengan angka, lalu ukur volume masing-masing batu kerikil dengan menggunakan gelas ukur, serta ukur masanya dengan menggunakan neraca lengan. Hasil pengukuran dituliskan dalam tabel berikut ini.

| Percobaan batu kerikil ke ... | Massa (kg) | Volume (m <sup>3</sup> ) |
|-------------------------------|------------|--------------------------|
| 1.                            |            |                          |
| 2.                            |            |                          |
| 3.                            |            |                          |
| 4.                            |            |                          |
| 5.                            |            |                          |

Berapakah masa jenis kerikil menurut percobaan ini?

..... kg.m<sup>-3</sup>

### Menginterpretasi, Mengasosiasi, dan Mengkomunikasikan Data

Hasil kegiatan mengukur memiliki resiko kesalahan, antara lain ditunjukkan dengan angka penting dan angka taksiran. Kesalahan itu merupakan hal wajar dan tetap diakui kesahihannya (*validitas*) dengan memperhatikan ketelitian. Kesalahan (*error*) dan ketidakpastian (*uncertainty*) adalah resiko setiap pengukuran, dimana dalam batas tertentu masih bisa diterima. Makin kecil kesalahan, makin kecil resiko, dan makin tinggi tingkat ketelitiannya. Untuk mengurangi kesalahan dapat dilakukan dengan cara pengukuran berulang. Makin banyak pengulangan akan makin teliti hasilnya.

Kesalahan pengukuran dapat dintakan dengan interval atau dengan persentase

#### (1) Pengukuran Tunggal

Kesalahan pengukuran tunggal dinyatakan dengan angka yang dihitung sama dengan 50% dari skala terkecil. Termometer dengan skala terkecil 1°, maka kesalahan pengukurannya adalah 0,5°. Begitu pula dengan mistar dengan skala terkecil 0,1 cm, maka kesalahan pengukurannya adalah 0,05 cm.

Penulisan hasil pengukuran ditulis dengan:

- Bentuk interval, contohnya: (12,4 ± 0,05) cm
- Bentuk persen (kesalahan relatif), contohnya : (12,4 ± 0,4%) cm,

(0,4% dihitung dari 0,05 dari 12,4)

(2) Pengukuran Berulang

Kesalahan berulang dihitung berdasarkan rata-rata simpangan setelah diperoleh nilai rata-rata. Dalam perhitungan data yang banyak dihitung standar deviasi (simpangan baku).

- Rata-rata simpangan dihitung dengan rumus  $\overline{\Delta x} = \frac{\sum(x_i - \bar{x})}{N}$
- Simpangan baku dihitung dengan rumus  $\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$ ,

Perhatikan data pengukuran batu kerikil berikut

| Pengukuran ke ... | Volume batu kerikil (cm <sup>3</sup> ) | Massa (gram) | Masa jenis (gram/cm <sup>3</sup> ) |
|-------------------|--|--------------|------------------------------------|
| 1.                | 23                                     | 62,1         | .....                              |
| 2.                | 31                                     | 84,2         | .....                              |
| 3.                | 36                                     | 96,4         | .....                              |
| 4.                | 39                                     | 105,8        | .....                              |
| 5.                | 43                                     | 115,9        | .....                              |
| 6.                | 45                                     | 122,2        | .....                              |
| 7.                | 49                                     | 132,4        | .....                              |

(1) Hitung masa jenis pada tiap sel dalam tabel

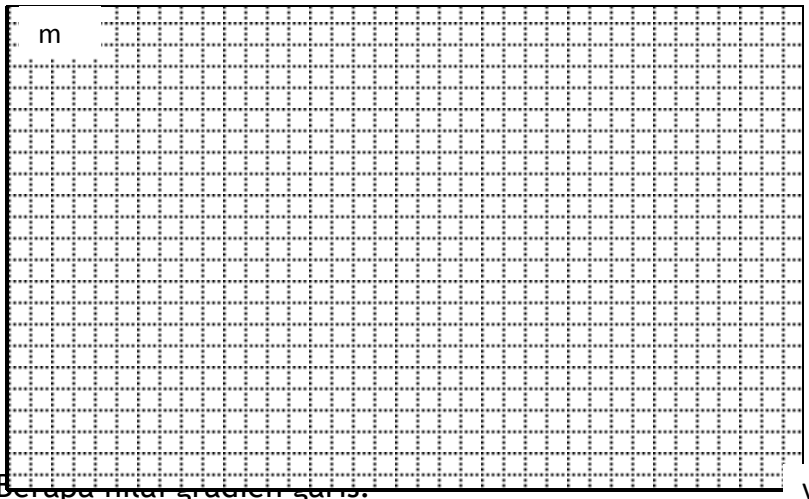
(2) Berapa masa jenis rata-rata? .....

(3) Berapa simpangan rata-rata? .....

(4) Tuliskan hasil pengukuran yang menunjukan kesalahannya!  
.....  
.....



(5) Lukislah grafik dalam kertas berpetak berikut ini



(6) Berapa malar gradien garis.

.....  
.....

(7) Tuliskan persamaan garis berdasarkan grafik!

.....  
.....

(8) Berapa prediksi masa kerikil jika volumenya  $55 \text{ cm}^3$ ?

.....  
.....

(9) Cermati jawaban anda pada nomor (4) dan nomor (7)  
Berikan komentar anda!

.....  
.....

### Untuk Diingat

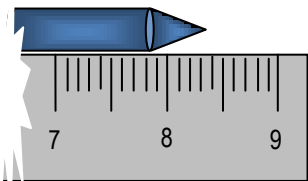
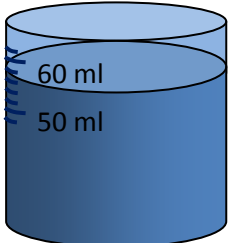
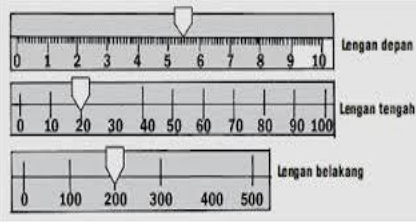
- Mengukur perlu ketepatan, ketelitian, dan kejujuran
- Hasil pengukuran memiliki resiko kesalahan. Makin besar resiko kesalahan makin rendah ketelitiannya
- Ketelitian hasil pengukuran ditunjukkan dengan menggunakan angka penting
- Resiko kesalahan dapat dinyatakan dengan interval atau kesalahan relatif
- cara menghitung kesalahan pada pengukuran tunggal dan pengukuran berulang berbeda
- makin banyak pengulangan pengukuran, resiko kesalahan semakin kecil

## Refleksi dan Renungan

Kegiatan mengukur adalah bagian penting upaya manusia selalu mencari dan mengembangkan ilmu pengetahuan dengan jalan yang benar yang dimulai dengan pengamatan (observasi), pengukuran dan pengambilan data, hingga pengambilan keputusan dalam menyusun kesimpulan. Langkah mengukur harus dilakukan dengan tepat, teliti, jujur, dan sabar agar ilmu pengetahuan yang dikembangkannya benar-benar bermanfaat bagi manusia dan peradaban dunia. Meskipun manusia adalah makhluk Tuhan yang paling sempurna, namun karena keterbatasan kemampuan indera dan raga kita, maka diperlukan alat bantu yaitu alat ukur dengan berbagai jenis, ukuran, serta ketelitian yang dibutuhkan. Makin teliti pengukuran kita, makin dekat kepada jalan kebenaran. Makin besar pula manfaat untuk sesama. Oleh karena itu telitilah dalam segala pekerjaan kita, karena ketidaktelitian dapat beresiko terhadap diri kita dan orang lain.

## Latihan Uji Kompetensi

1. Perhatikan gambar berikut, kemudian tuliskan hasil pengukurannya!

|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  |  |
| <p>Panjang pensil<br/>.....</p>  | <p>Volume air<br/>.....</p>  | <p>Masa benda .....</p>   |

2. Berapa banyaknya angka penting pada hasil pengukuran berikut ini?

- 21,05 gram : .....
- 0,150 km : .....
- $6,02 \times 10^{-9}$  N : .....

3. Jika 15 lembar lempeng tembaga tebalnya 6,5 mm, berapa tebal tiap lempeng?  
.....

4. Dua buah penghapus pensil masanya 12,50 gram dan 47,2 gram. Berapa jumlah masa penghapus itu?  
.....

5. Balok logam memiliki panjang 15,5 mm, lebar 10,0 mm, dan tinggi 2,1 mm. Berapa volume balok tersebut?  
.....

6. Perhatikan gambar berikut ini, kemudian tuliskan hasil pengukurannya.

|              |              |
|--------------|--------------|
|              |              |
| <p>.....</p> | <p>.....</p> |
|              |              |
| <p>.....</p> | <p>.....</p> |
|              |              |
| <p>.....</p> | <p>.....</p> |

7. Seorang siswa mengukur tebal kancing dengan mikrometer, dan hasilnya 2,64 mm. Jika ia harus menuliskan dengan mencantumkan resiko kesalahan, bagaimana menuliskannya? .....

8. Ketika diminta untuk mengukur masa jenis kelereng, seorang siswa melakukannya berulang dengan data perolehan sebagai berikut.

| Pengukuran ke ...                  | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Masa jenis (gram/cm <sup>3</sup> ) | 2,50 | 2,51 | 2,49 | 2,50 | 2,52 | 2,51 | 2,51 |

- Berapa rata masa jenis kelereng itu?  
.....
- Berapa simpangan rata-rata?  
.....
- Berapa persen kesalahan relatif?  
.....
- Tuliskan hasil pengukuran masa jenis dalam bentuk interval!  
.....

### Ekspresi Lanjutan

Lakukan eksperimen sederhana mengukur masa jenis batu kerikil dengan sampel sejenis dengan beberapa ukuran. Susun rencana, alat yang diperlukan, prosedur, dan pengolahan data. Ceritakan semua yang anda kerjakan menjadi sebuah kisah deskriptif yang menarik, di mana setiap keputusan yang anda lakukan diceritakan berikut alasan dan rasionalnya. Jika dimungkinkan buatlah dokumentasi menarik dalam bentuk film pendek dengan durasi kurang dari 10 menit dan hasilnya dipublikasikan melalui internet.