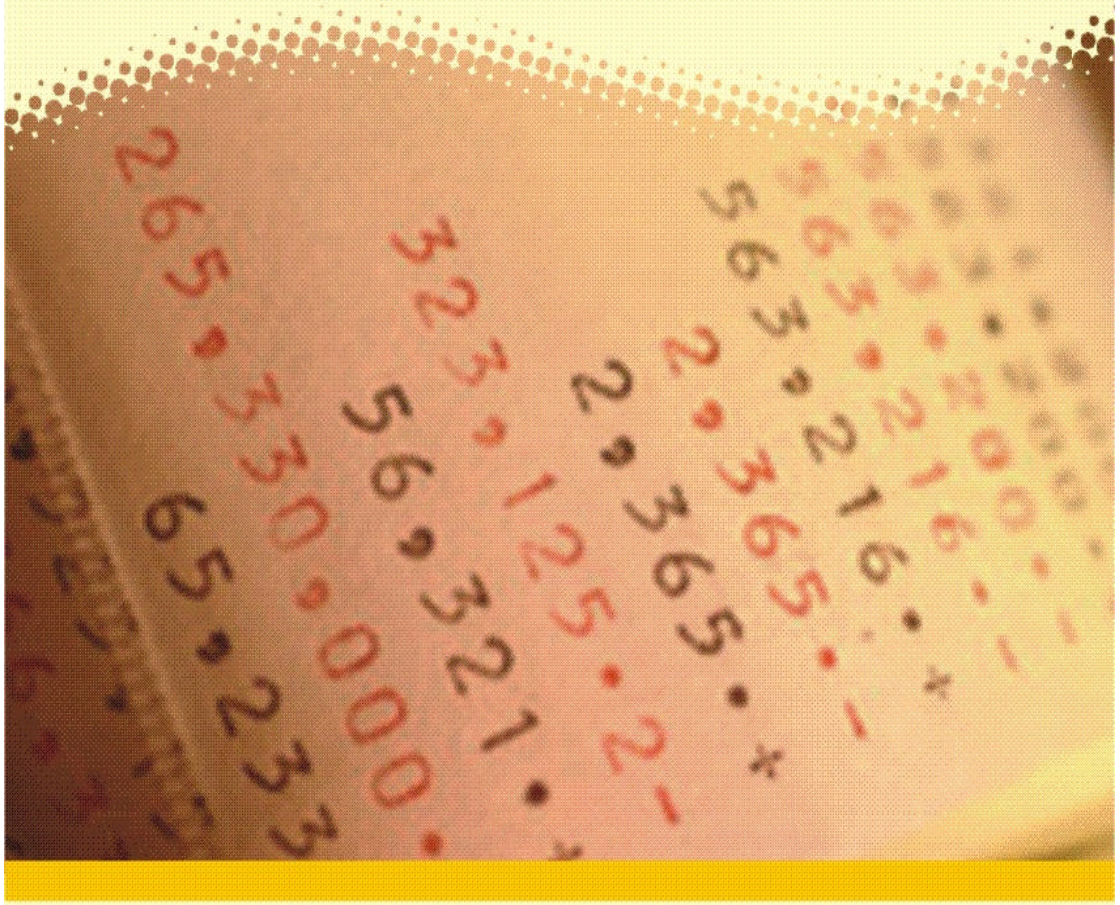
KODE MAT. 13

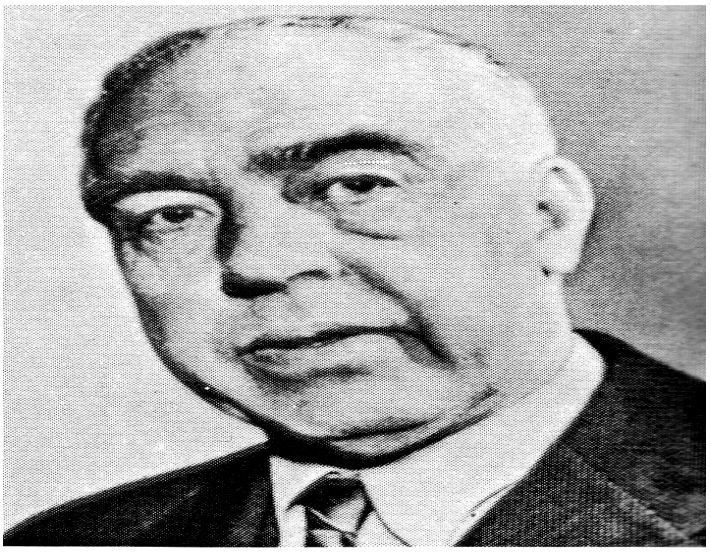
APROKSIMASI KESALAHAN



BAGIAN PROYEK PENGEMBANGAN KURIKULUM
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
2004

Kode MAT.13

Aproksimasi Kesalahan



BAGIAN PROYEK PENGEMBANGAN KURIKULUM
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
2004

Kode MAT.13

Aproksimasi Kesalahan

Penyusun:

Dr. Manuharawati, MS.

Editor:
Dra. Kusrini, MPd.
Dra. Mega Teguh Budiyanto, M.Pd.

BAGIAN PROYEK PENGEMBANGAN KURIKULUM
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
2004

Kata Pengantar

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas karunia dan hidayah-Nya, kami dapat menyusun bahan ajar modul manual untuk SMK Bidang Adaptif, yakni mata pelajaran Fisika, Kimia dan Matematika. Modul yang disusun ini menggunakan pendekatan pembelajaran berdasarkan kompetensi, sebagai konsekuensi logis dari Kurikulum SMK Edisi 2004 yang menggunakan pendekatan kompetensi *(CBT: Competency Based Training).*

Sumber dan bahan ajar pokok Kurikulum SMK Edisi 2004 adalah modul, baik modul manual maupun interaktif dengan mengacu pada Standar Kompetensi Nasional (SKN) atau standarisasi pada dunia kerja dan industri. Dengan modul ini, diharapkan digunakan sebagai sumber belajar pokok oleh peserta diklat untuk mencapai kompetensi kerja standar yang diharapkan dunia kerja dan industri.

Modul ini disusun melalui beberapa tahapan proses, yakni mulai dari penyiapan materi modul, penyusunan naskah secara tertulis, kemudian disetting dengan bantuan alat-alat komputer, serta divalidasi dan diujicobakan empirik secara terbatas. Validasi dilakukan dengan teknik telaah ahli (*expert-judgment*), sementara ujicoba empirik dilakukan pada beberapa peserta diklat SMK. Harapannya, modul yang telah disusun ini merupakan bahan dan sumber belajar yang berbobot untuk membekali peserta diklat kompetensi kerja yang diharapkan. Namun demikian, karena dinamika perubahan sain dan teknologi di industri begitu cepat terjadi, maka modul ini masih akan selalu dimintakan masukan untuk bahan perbaikan atau direvisi agar supaya selalu relevan dengan kondisi lapangan.

Pekerjaan berat ini dapat terselesaikan, tentu dengan banyaknya dukungan dan bantuan dari berbagai pihak yang perlu diberikan penghargaan dan ucapan terima kasih. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini tidak

berlebihan bilamana disampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak, terutama tim penyusun modul (penulis, editor, tenaga komputerisasi modul, tenaga ahli desain grafis) atas dedikasi, pengorbanan waktu, tenaga, dan pikiran untuk menyelesaikan penyusunan modul ini.

Kami mengharapkan saran dan kritik dari para pakar di bidang psikologi, praktisi dunia usaha dan industri, dan pakar akademik sebagai bahan untuk melakukan peningkatan kualitas modul. Diharapkan para pemakai berpegang pada azas keterlaksanaan, kesesuaian dan fleksibilitas, dengan mengacu pada perkembangan IPTEK pada dunia usaha dan industri dan potensi SMK dan dukungan dunia usaha industri dalam rangka membekali kompetensi yang terstandar pada peserta diklat.

Demikian, semoga modul ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya peserta diklat SMK Bidang Adaptif untuk mata pelajaran Matematika, Fisika, Kimia, atau praktisi yang sedang mengembangkan modul pembelajaran untuk SMK.

Jakarta, Desember 2004
a. n. Direktur Jenderal Pendidikan
Dasar dan Menengah
Direktur Pendidikan Menengah Kejuruan,

Dr. Ir. Gatot Hari Priowirjanto, M. Sc.
NIP 130 675 814

DAFTAR ISI

- Halaman Sampul i
- Halaman Francis ii
- Kata Pengantar iii
- Kata Pengantar v
- Daftar Isi vi
- Peta Kedudukan Modul viii
- Daftar Judul Modul ix
- Glosary x

I. PENDAHULUAN

A. Deskripsi 1
B. Prasyarat 1
C. Petunjuk Penggunaan Modul 1
D. Tujuan Akhir 2
E. Kompetensi 3
F. Cek Kemampuan 4

II. PEMBELAJARAN

A. Rencana Belajar Peserta Diklat 5

B. Kegiatan Belajar 6

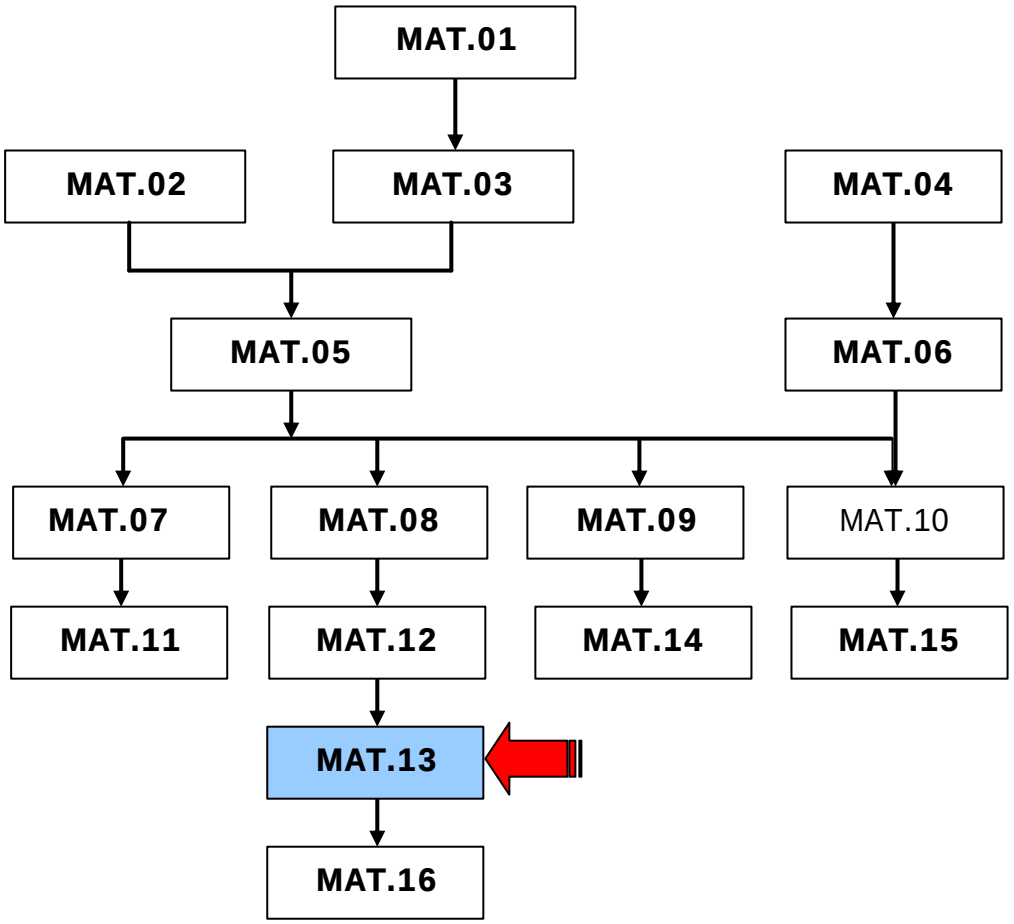
1. Kegiatan Belajar 1 6

a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 6
b. Uraian Materi 6
c. Rangkuman 11
d. Tugas 12
e. Tes Formatif 13
f. Kunci Jawaban Formatif 14

2. Kegiatan Belajar 2 17
a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 17
b. Uraian Materi 17
c. Rangkuman 23
d. Tugas 24
e. Tes Formatif 24
f. Kunci Jawaban Formatif 25

III. EVALUASI 27
KUNCI EVALUASI 28
IV. PENUTUP 29
DAFTAR PUSTAKA 30

PETA KEDUDUKAN MODUL



Daftar Judul Modul

No.	Kode Modul	Judul Modul
1	MAT.01	Matrik
2	MAT.02	Logika Matematika
3	MAT.03	Persamaan dan Pertidaksamaan
4	MAT.04	Geometri Dimensi Dua
5	MAT.05	Relasi Dan Fungsi
6	MAT.06	Geometri Dimensi Tiga
7	MAT.07	Peluang
8	MAT.08	Bilangan Real
9	MAT.09	Trigonometri
10	MAT.10	Irisan Kerucut
11	MAT.11	Statistika
12	MAT.12	Barisan
13	MAT.13	Aproksimasi Kesalahan
14	MAT.14	ProgramLinier
15	MAT.15	Vektor
16	MAT.16	Matematika Keuangan

Glossary

ISTILAH	KETERANGAN
Hasil membilang	Merupakan bilangan yang pasti.
Hasil menghitung	Merupakan bilangan pembulatan atau pendekatan.
Macam-macam membulatkan hasil pengukuran	Tiga macam cara membulatkan hasil pengukuran a. Pembulatan ke satuan ukuran terdekat b. Pembulatan ke banyaknya angka-angka terdekat c. Pembulatan ke banyaknya angka-angka yang signifikan
Teloransi kesalahan pengukuran	Jika dalam suatu pengukuran toleransi kesalahan telah diketahui, maka sering ditemui penulisan hasil sebagai: hasil pengukuran ? toleransi kesalahan.
Macam-macam kesalahan pengukuran	a. Satuan pengukuran terkecil adalah tingkat ketelitian dalam pengukuran. b. Salah mutlak adalah setengah kali pengukuran terkecil. c. Salah relatif pengukuran adalah salah mutlak pengukuran dibagi hasil pengukuran. d. Prosentase kesalahan pengukuran adalah salah relatif pengukuran kali 100. e. Ukuran terbesar suatu pengukuran adalah jumlahan hasil pengukuran dengan salah mutlak pengukuran. f. Ukuran terkecil suatu pengukuran adalah pengurangan hasil pengukuran oleh salah mutlak pengukuran. g. Toleransi kesalahan pengukuran adalah selisih antara ukuran terbesar dengan ukuran terkecil yang dapat diterima.

BAB I. PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Dalam modul ini, Anda akan mempelajari: konsep membilang dan mengukur, konsep salah mutlak dan salah relatif, perhitungan salah mutlak dan salah relatif, konsep persentase kesalahan dan toleransi, perhitungan persentase kesalahan dan toleransi.

B. Prasyarat

Agar dapat mempelajari Modul ini, Anda harus telah memahami operasi pada bilangan riel.

C. Petunjuk Penggunaan Modul

1. Pelajari daftar isi serta skema kedudukan modul dengan cermat dan teliti. Karena dalam skema modul akan nampak kedudukan modul yang sedang Anda pelajari ini di antara modul-modul yang lain.
2. Perhatikan langkah-langkah dalam setiap contoh sehingga mempermudah dalam memahami konsep pola bilangan, barisan maupun deret.
3. Apabila ada soal latihan, kerjakanlah soal-soal tersebut sebagai latihan untuk persiapan evaluasi.
4. Jawablah tes formatif dengan jelas sesuai dengan kemampuan Anda. Jika Anda masih ragu-ragu dengan jawaban yang Anda peroleh, Anda bisa melihat kunci jawaban formatif yang sesuai.
5. Kerjakan soal-soal yang ada pada evaluasi.

D. Tujuan Akhir

Setelah mempelajari modul ini diharapkan Anda dapat:

1. Memahami konsep membilang.
2. Memahami konsep mengukur.
3. Memahami konsep salah mutlak.
4. Memahami konsep salah relatif.
5. Menentukan salah mutlak.
6. Menentukan salah relatif.
7. Memahami konsep persentase kesalahan.
8. Memahami konsep toleransi.
9. Menentukan persentase kesalahan.
10. Menentukan toleransi kesalahan.
11. Menentukan jumlah dan selisih hasil dua pengukuran.
12. Menentukan hasil kali pengukuran.

E. Kompetensi

KOMPETENSI : APROKSIMASI KESALAHAN
PROGRAM KEAHLIAN : program adaptif
KODE : MATEMATIKA/MAT 13
DURASI PEMBELAJARAN : 17 Jam @ 45 menit

SUB KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	LINGKUP BELAJAR	MATERI POKOK PEMBELAJARAN		
			SIKAP	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN
1. Menerapkan konsep kesalahan pengukuran	- Hasil membilang dan mengukur dibedakan berdasarkan pengertiannya. - Hasil pengukuran ditentukan salah mutlak dan salah relatifnya - Persentase kesalahan dihitung berdasarkan hasil pengukurannya. - Toleransi dihitung berdasarkan hasil pengukurannya	- Membilang dan mengukur. - Salah mutlak dan salah relatif. - Menentukan persentase kesalahan - Menentukan toleransi hasil kesalahan	- Teliti dan cermat dalam menerapkan konsep aproksimasi.	- Konsep membilang dan mengukur. - Konsep salah mutlak dan salah relatif. - Perhitungan salah mutlak dan salah relatif. - Konsep persentase kesalahan dan toleransi. - Perhitungan kesalahan. - Perhitungan toleransi.	- Menentukan aproksimasi perhitungan salah mutlak dan salah relatif.
2. Menerapkan konsep operasi hasil pengukuran.	- Jumlah dan selisih hasil pengukuran dihitung untuk menentukan hasil maksimum dan hasil minimumnya. - Hasil kali pengukuran dihitung untuk menentukan hasil maksimum dan minimummya.	- Jumlah dan selisih hasil pengukuran. - Hasil kali pengukuran.	- Teliti dan cermat dalam menerapkan konsep aproksimasi.	- Perhitungan jumlah dan selisih hasil pengukuran. - Perhitungan hasil kali pengukuran. - Penerapan hasil operasi pengukuran pada bidang pengukuran.	- Menentukan aproksimasi perhitungan hasil maksimum dan hasil minimum.

F. Cek Kemampuan

1. Sebutkan tiga macam pembulatan dan untuk setiap jenis pembulatan, berikan satu contoh.
2. Jelaskan (tuliskan) pengertian tentang:
   - Satuan pengukuran terkecil
   - Salah mutlak
   - Salah relatif
   - Prosentase kesalahan
3. Hasil pengukuran berat benda adalah 35,4 kg. Tentukan:
   - Salah mutlaknya
   - Salah relatifnya
   - Prosentase Kesalahannya.
4. Jelaskan pengertian tentang:
   - Batas atas ukuran maksimum
   - Batas bawah ukuran minimum
5. Sebidang tanah berbentuk persegi panjang. Dari hasil pengukuran diperoleh panjang 12,3 m dan lebar 8,7 m. Tentukan:
   - Luas maksimumnya
   - Luas minimumnya.

BAB II. PEMBELAJARAN

A. RENCANA BELAJAR SISWA

Kompetensi : Menerapkan konsep aproksimasi kesalahan
Sub Kompetensi :
- Menerapkan konsep kesalahan pengukuran
- Menerapkan konsep operasi hasil pengukuran.

Tulislah semua jenis kegiatan yang anda lakukan di dalam tabel kegiatan di bawah ini. Jika ada perubahan dari rencana semula, berilah alasannya kemudian mintalah tanda tangan kepada guru atau instruktur anda.

Jenis Kegiatan	Tanggal	Waktu	Tempat Belajar	Alasan perubahan	Tandatangan Guru

B. KEGIATAN BELAJAR

1. Kegiatan Belajar 1

Kesalahan Pengukuran

a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 1

Setelah mempelajari kegiatan belajar ini, diharapkan anda dapat:

- ✍ Membulatkan hasil pengukuran ke satuan ukuran terdekat.
- ✍ Membulatkan hasil pengukuran ke banyaknya angka-angka decimal.
- ✍ Membulatkan hasil pengukuran ke banyaknya angka-angka yang signifikan.
- ✍ Menyebutkan satuan pengukuran terkecil dari suatu pengukuran.
- ✍ Menentukan salah mutlak dari suatu pengukuran dengan menggunakan rumus.
- ✍ Menentukan salah relatif dari suatu pengukuran dengan menggunakan rumus.
- ✍ Menentukan toleransi kesalahan dari suatu pengukuran.

b. Uraian Materi 1

Mungkin Anda sering **membilang** dan **mengukur**. Hasil kegiatan membilang berbeda dengan hasil dari kegiatan mengukur. Adapun perbedaannya adalah:

Hasil **membilang** merupakan bilangan yang **pasti** sedang hasil dari **mengukur** berupa bilangan pembulatan atau pendekatan.

Contoh 1.1

a. Banyaknya SMK Negeri di Indonesia.

b. Banyaknya siswa kelas I SMK Negeri I Surabaya pada bulan Januari 2005.

c. Banyaknya kereta api ekonomi jurusan Jakarta Surabaya.

Untuk mengetahui hasil dari kegiatan pada Contoh 1.1a, b, dan c, kita perlu melakukan kegiatan yang disebut membilang. Hasil dari kegiatan itu merupakan bilangan yang pasti (eksak).

Contoh 1.2

a. Tinggi setiap siswa kelas I SMK Negeri I Jakarta.

b. Berat sebuah apel.

c. Tinggi Monas.

d. Volume suatu gelas.

Untuk mengetahui hasil dari kegiatan pada Contoh 1.2a, b, c, dan d, kita perlu melakukan kegiatan yang disebut mengukur. Hasil dari kegiatan itu merupakan bilangan yang tidak pasti (pembulatan atau pendekatan atau sering disebut dengan *aproksimasi*).

Pada pengukuran ada 3 macam cara pembulatan, yaitu:

1. Pembulatan *ke satuan ukuran terdekat*.
2. Pembulatan *ke banyaknya angka-angka desimal*.
3. Pembulatan *ke banyaknya angka-angka signifikan* (angka-angka yang berarti).

Semua angka adalah signifikan kecuali anngka nol yang digunakan untuk menyatakan tempat koma desimal.

Contoh 1.3

513,7 kg = 14 kg; dibulatkan ke kilogram terdekat.

101,12 m = 101,1 m; dibulatkan ke persepuluh meter terdekat.

15431 m^2 = 15430 m^2; dibulatkan ke puluhan meter persegi terdekat.

Contoh 1.4

8,47571 = 8,4757 dibulatkan sampai empat tempat desimal.

= 8,476 dibulatkan sampai tiga tempat desimal.

= 8,48 dibulatkan sampai dua tempat desimal.

= 8,5 dibulatkan sampai satu tempat desimal.

Contoh 1.5

31,0 mempunyai 3 angka signifikan.

30,5 mempunyai 3 angka signifikan.

0,30 mempunyai 2 angka signifikan.

0,3011 mempunyai 4 angka signifikan.

0,007 mempunyai 1 angka signifikan.

0,100 mempunyai 3 angka signifikan.

Dalam kegiatan mengukur, ada beberapa konsep yang terkait. Konsep itu adalah: satuan pengukuran terkecil, salah mutlak, salah relatif, prosentase kesalahan, ukuran terbesar, ukuran terkecil, dan toleransi. Berikut dibahas pengertian dari masing-masing konsep itu.

Definisi 1.1

Satuan pengukuran terkecil adalah *tingkat ketelitian dalam pengukuran*.

Contoh 1.6

a. Hasil pengukuran panjang adalah 13 m; mempunyai satuan pengukuran terkecil 1 m.
b. Hasil pengukuran panjang adalah 12,208 km; mempunyai satuan pengukuran terkecil 0,001 km
c. Hasil pengukuran volume adalah 12,0 cm^3; mempunyai satuan pengukuran 0,1 cm^3

Definisi 1.2

Salah mutlak adalah *setengah kali pengukuran terkecil*

Contoh 1.6

Hasil pengukuran panjang adalah 2,5 cm. Tentukan salah mutak dari pengukuran tersebut.

Penyelesaian

Hasil pengukuran panjang adalah 2,5 cm.

Jadi satuan pengukuran terkecil adalah 0,1 cm.

Salah mutlak hasil pengukuran tersebut = $\frac{1}{2}$? satuan pengukuran terkecil

= $\frac{1}{2}$? 0,1 cm

= 0,05 cm.

Definisi 1.3

Salah relatif pengukuran adalah *salah mutlak pengukuran dibagi hasil pengukuran*

Contoh 1.7

Hasil pengukuran panjang adalah 2,5 cm. Tentukan salah relatif dari pengukuran tersebut.

Penyelesaian

Dari Contoh 1.6, salah mutlak pengukuran adalah 0,05 cm.

Salah relatif pengukuran = $\frac{salah\ mutlak\ pengukuran}{hasil\ pengukuran}$

= $\frac{0{,}05\ cm}{2{,}5\ cm}$

= 0,02.

Definisi 1.4

Prosentase kesalahan pengukuran adalah *salah relatif pengukuran kali 100 persen.*

Contoh 1.8

Hasil pengukuran panjang adalah 2,5 cm. Tentukan prosentase kesalahan dari pengukuran tersebut.

Penyelesaian:

Dari Contoh 1.7, salah relatif dari pengukuran adalah 0,02.

Presentase kesalahan pengukuran = salah relatif pengukuran ? 100%

= 0,02 ? 100 %

= 2 %.

Definisi 1.5

Ukuran terbesar suatu pengukuran adalah *jumlah hasil pengukuran dengan salah mutlak* pengukuran.

Contoh 1.9

Hasil pengukuran panjang adalah 2,5 cm. Tentukan ukuran terbesar dari pengukuran tersebut.

Penyelesaian:

Dari Contoh 1.6, salah mutlak dari pengukuran adalah 0,05 cm.

Jadi ukuran terbesar dari pengukuran = hasil pengukuran + salah mutlak pengukuran

= 2,5 cm + 0,05 cm

= 2,55 cm.

Definisi 1.6

Ukuran terkecil suatu pengukuran adalah *pengurangan hasil pengukuran oleh salah mutlak* pengukuran.

Contoh 1.10

Hasil pengukuran panjang adalah 2,5 cm. Tentukan ukuran terkecil dari pengukuran tersebut.

Penyelesaian:

Dari Contoh 1.6, salah mutlak dari pengukuran adalah 0,05 cm.

Jadi ukuran terkecil dari pengukuran = hasil pengukuran - salah mutlak pengukuran

= 2,5 cm - 0,05 cm

= 2,45 cm.

Definisi 1.7

Toleransi kesalahan pengukuran adalah *selisih antara ukuran terbesar dengan ukuran terkecil* yang dapat diterima.

Contoh 1.11

Hasil pengukuran panjang adalah 2,5 cm. Tentukan toleransi dari pengukuran tersebut.

Penyelesaian:

Dari Contoh 1.9 dan 1.10, ukuran terbesar dari pengukuran adalah 2,55 cm dan ukuran terbesar dari pengukuran adalah 2,45 cm.

Jadi toleransi kesalahan = ukuran terbesar - ukuran terkecil

= 2,55 cm - 2,45 cm

= 0,1 cm

Jika dalam suatu pengukuran toleransi kesalahan telah diketahui, maka sering ditemui penulisan hasil sebagai: hasil pengukuran ? toleransi kesalahan.

Contoh 1.12

Tentukan ukuran terbesar dan ukuran terkecil dari pengukuran luas bidang yang dituliskan sebagai $754\ m^2$? $0{,}02\ m^2$.

Penyelesaian:

Ukuran terbesar pengukuran = $754\ m^2 + 0{,}02\ m^2$

= $754{,}02\ m^2$

Ukuran terkecil pengukuran = $754\ m^2 - 0{,}02\ m^2$

= $753{,}08\ m^2$.

c. Rangkuman 1

? Tiga macam cara membulatkan dalam hasil pengukuran adalah:

d. Pembulatan ke satuan ukuran terdekat
e. Pembulatan ke banyaknya angka-angka terdekat
f. Pembulatan ke banyaknya angka-angka yang signifikan

? Beberapa konsep yang terkait dengan hasil pengukuran:

a. *Satuan pengukuran terkecil* adalah *tingkat ketelitian dalam pengukuran.*

h. *Salah mutlak* adalah *setengah kali pengukuran terkecil.*

i. *Salah relatif pengukuran* adalah *salah mutlak pengukuran dibagi hasil pengukuran.*

j. *Prosentase kesalahan pengukuran* adalah *salah relatif pengukuran kali 100.*

k. *Ukuran terbesar suatu pengukuran* adalah *jumlahan hasil pengukuran dengan salah mutlak* pengukuran.

l. *Ukuran terkecil suatu pengukuran* adalah *pengurangan hasil pengukuran oleh salah mutlak* pengukuran.

m. *Toleransi kesalahan pengukuran* adalah *selisih antara ukuran terbesar dengan ukuran terkecil* yang dapat diterima.

? Jika dalam suatu pengukuran toleransi kesalahan telah diketahui, maka sering ditemui penulisan hasil sebagai: hasil pengukuran ? toleransi kesalahan.

d. Tugas 1

Bulatkan bilangan-bilangan berikut ke pembulatan yang diminta

1. 271,8413 ke persepuluhan terdekat
2. 17,093 sampai satu tempat desimal
3. 0,125 sampai dua angka signifikan

Untuk mengetahui hasil pada pernyataan berikut, manakah yang memerlukan pekerjaan mengukur?

4. Banyaknya pensil dalam suatu kotak
5. Tinggi suatu bangunan
6. Luas suatu daerah

Suatu benda telah diukur dengan berat 35,7 kg.Tentukan:

7. Satuan pengukuran terkecil
8. Salah mutlak pengukuran
9. Salah relatif pengukuran
10. Prosentase kesalahan pengukuran

11. Suatu pengukuran dinyatakan dalam bentuk 213 m^2 ? 0,05 m^2.
    Tentukan toleransi pengukuran tersebut.

e. Test Formatif 1

Bulatkan bilangan-bilangan berikut ke pembulatan yang diminta

1. 14372,6454
   a. ke persepuluhan terdekat
   b. ke perseratusan terdekat
   c. ke puluhan terdekat
   d. ke ratusan terdekat
2. 5167,103091
   a. sampai satu tempat desimal
   b. sampai empat tempat desimal
   c. sampai tiga tempat desimal
   d. sampai lima tempat desimal
3. 327,2500
   a. sampai dua angka signifikan
   b. sampai tiga angka signifikaan
   c. sampai empat angka signifikan
   d. sampai lima angka signifikan

   Dari hasil pengukuran diperoleh:
4. 250 kg
5. 15,2435 cm

   Untuk masing data yang ada pada nomor 4 dan 5, tentukan:
   a. Satuan pengukuran terkecil
   b. Salah mutlak pengukuran
   c. Salah relatif pengukuran
   d. Prosentase kesalahan pengukuran
   e. Ukuran terbesar pengukuran
   f. Ukuran terkecil pengukuran

g. Toleransi kesalahan pengukuran.

f. Kunci Test Formatif 1

1. a. 14372,6454 = 14372,6 ; dibulatkan ke persepuluhan terdekat
   b. 14372,6454 = 14372,65; dibulatkan ke perseratusan terdekat
   c. 14372,6454 = 14373; dibulatkan ke puluhan terdekat
   d. 14372,6454 = 14373; dibulatkan ke ratusan terdekat

2. a. 5167,103091 = 5167,10309 dibulatkan sampai lima tempat desimal
   b. 5167,103091 = 5167,1; dibulatkan sampai satu tempat desimal
   c. 5167,103091 = 5167,1031; dibulatkan sampai empat tempat desimal
   d. 5167,103091 = 5167,10309; dibulatkan sampai tiga tempat desimal

3. a. 27,2500 = 27; dibulatkan sampai dua angka signifikan
   b. 27,2500 = 27,2; dibulatkan sampai tiga angka signifikaan
   c. 27,2500 = 27,25; dibulatkan sampai empat angka signifikan
   d. 27,2500 = 27,250; dibulatkan sampai lima angka signifikan

4. a. Satuan pengukuran terkecil 1 kg

   b. Salah mutlak pengukuran = $\frac{1}{2}$? satuan pengukuran terkecil

   = $\frac{1}{2}$? 1 kg

   = 0,5 kg

   c. Salah relatif pengukuran = $\frac{\textit{salah mutlak pengukuran}}{\textit{hasil pengukuran}}$

   = $\frac{0{,}5\ kg}{250\ kg}$

   = 0,002

   d. Prosentase kesalahan pengukuran = salah relatif pengkuran ? 100%

   = 0,002 ? 100%

   = 0,2 %

e. Ukuran terbesar dari pengukuran = hasil pengukuran + salah mutlak pengukuran

= 250 kg + 0,5 kg

= 250,5 kg

f. Ukuran terkecil dari pengukuran = hasil pengukuran - salah mutlak pengukuran

= 250 kg - 0,5 kg

= 249,5 kg

g. Toleransi kesalahan = ukuran terbesar pngukuran - ukuran terkecil pengukuran

= 250,5 kg - 249,5 kg

= 1 kg.

5. a. Satuan pengukuran terkecil = 0,0001 cm

b. Salah mutlak pengukuran = $\frac{1}{2}$? satuan pengukuran terkecil

= $\frac{1}{2}$? 0,0001 cm

= 0,00005 cm

c. Salah relatif pengukuran = $\frac{salah\ mutlak\ pengukuran}{hasil\ pengukuran}$

= $\frac{0{,}00005\ cm}{15{,}2435\ cm}$

= 0,0000033

d. Prosentase kesalahan pengukuran = salah relatif pengukuran ? 100%

= 0,0000033 ? 100 %

= 0,00033 %

e. Ukuran terbesar pengukuran = hasil pengukuran + salah mutlak pengukuran

= 15,2435 cm + 0,00005 cm

= 15,24355 cm.

f. Ukuran terkecil pengukuran = hasil pengukuran - salah mutlak pengukuran

= 15,2435 cm - 0,00005 cm

= 15,24345 cm

g. Toleransi kesalahan = ukuran terbesar pengukuran - ukuran terkecil pengukuran

= 15,24355 cm - 15,24345 cm

= 0,0001 cm.

2. Kegiatan Belajar 2

Operasi Hasil Pengukuran

a. Tujuan Kegiatan Belajar 2

Setelah mempelajari kegiatan belajar 2 ini, diharapkan Anda dapat:

- Menentukan jumlah salah mutlak dari dua buah pengukuran.
- Menentukan selisih salah mutlak dari dua buah pengukuran.
- Menentukan maksimum dan minimum dari jumlah dua buah pengukuran.
- Menentukan maksimum dan minimum dari selisih dua buah pengukuran.
- Menentukan maksimum dan minimum dari perkalian dua buah pengukuran.

b. Uraian Materi 2

Operasi Hasil Pengukuran

Pada kegiatan belajar ini, dibahas beberapa operasi dari dua hasil pengukuran, yaitu: salah mutlak dari jumlah dua pengukuran, salah mutlak dari selisih dua pengukuran, jumlah maksimum dari dua pengukuran, jumlah minimum dari dua pengukuran, selisih maksimum dari dua pengukuran, selisih minimum dari dua pengukuran, perkalian maksimum dari dua pengukuran, perkalian minimum dari dua pengukuran.

Definisi 2.1

Salah mutlak dari jumlah dua pengukuran *a* dan *b* didefinisikan sebagai jumlah salah mutlak pengukuran *a* dengan salah mutlak pengukuran *b*.

Atau:

Salah mutlak dari jumlah dua pengukuran *a* dan *b* =

(salah mutlak pengukuran *a*) + (salah mutlak pengukuran *b*).

Contoh 2.1

Hasil dua pengukuran panjang masing-masing adalah 32,5 km dan 28,7 km Tentukan salah mutlak dari jumlah hasil dua pengukuran tersebut.

Penyelesaian:

Salah mutlak dari hasil pengukuran 32,5 km adalah 0,05 km

Salah mutlak dari hasil pengukuran 28,7 km adalah 0,05 km

Salah mutlak dari jumlah dua pengukuran 32,5 km adalah 0,05 km

= (salah mutlak pengukuran 32,5 km) + (salah mutlak pengukuran 28,7 km)

= 0,05 mm + 0,05 km

= 0,1 km

Definisi 2.2

Salah mutlak dari selisih dua buah pengukuran *a* dan *b* didefinisikan sebagai jumlah salah mutlak pengukuran *a* dengan salah mutlak pengukuran *b*.

Atau:

Salah mutlak dari selisih dua buah pengukuran *a* dan *b* =

(salah mutlak pengukuran *a*) + (salah mutlak pengukuran *b*).

Contoh 2.2

Hasil dua pengukuran panjang masing-masing adalah 32,5 km dan 28,7 km Tentukan salah mutlak dari selisih hasil dua pengukuran tersebut.

Penyelesaian:

Salah mutlak dari hsil pengukuran 32,5 km adalah 0,05 km

Salah mutlak dari hasil pengukuran 28,7 km adalah 0,05 km

Salah mutlak dari selisih dua pengukuran 32,5 km dan 28,7 km

= (salah mutlak pengukuran 32,5 km) + (salah mutlak pengukuran 28,7 km)

= 0,05 mm + 0,05 km

= 0,1 km

Definisi 2.3

Jumlah maksimum dua buah pengukuran *a* dan *b* didefinisikan sebagai jumlah dari jumlah pengukuran *a* dengan pengukuran *b* dengan salah mutlak jumlah pengukuran *a* dengan pengukuran *b*.

Atau:

Jumlah maksimum dua buah pengukuran *a* dan *b* =

(pengukuran *a* + pengukuran *b*) +

(salah mutlak dari jumlah pengukuran *a* dengan pengukuran *b*).

Contoh 2.3

Hasil dua pengukuran panjang masing-masing adalah 32,5 km dan 28,7 km Tentukan jumlah maksimum dari hasil dua pengukuran tersebut.

Penyelesaian:

Dari Contoh 2.1, salah mutlak dari jumlah dua pengukuran 32,5 km dan 28,7 km adalah 0,1 km

Jumlah maksimum dua pengukuran 32,5 km dan 28,7 km

= (32,5 km + 28,7 km) + (salah mutlak dari jumlah dua pengukuran 32,5 km dan 28,7 km)

= 61,2 km + 0,1 km

= 61,3 km

Definisi 2.4

Jumlah minimum dua buah pengukuran *a* dan *b* didefinisikan sebagai selisih dari jumlah pengukuran *a* dengan pengukuran *b* dengan salah mutlak jumlah pengukuran *a* dengan pengukuran *b*.

Atau:

Jumlah minimum dua buah pengukuran *a* dan *b* =

(pengukuran *a* + pengukuran *b*) -

(salah mutlak dari jumlah pengukuran *a* dengan pengukuran *b*).

Contoh 2.4

Hasil dua pengukuran panjang masing-masing adalah 32,5 km dan 28,7 km Tentukan jumlah minimum dari hasil dua pengukuran tersebut.

Penyelesaian:

Dari Contoh 2.1, salah mutlak dari jumlah dua pengukuran 32,5 km dan 28,7 km adalah 0,1 km

Jumlah minimum dua pengukuran 32,5 km dan 28,7 km

= (32,5 km + 28,7 km) - (salah mutlak dari jumlah dua pengukuran 32,5 km dan 28,7 km)

= 61,2 km - 0,1 km

= 61,3 km

Definisi 2.5

Selisih maksimum dua buah pengukuran *a* dan *b* didefinisikan sebagai jumlah dari pengurangan pengukuran *a* oleh pengukuran *b* dengan salah mutlak selisih pengukuran *a* dengan pengukuran *b*.

Atau:

Selisih maksimum dua buah pengukuran *a* dan *b* =

(pengukuran *a* - pengukuran *b*) +

(salah mutlak dari selisih pengukuran *a* dengan pengukuran *b*)

Contoh 2.5

Hasil dua pengukuran panjang masing-masing adalah 32,5 km dan 28,7 km. Tentukan selisih maksimum dari hasil dua pengukuran tersebut.

Penyelesaian:

Dari Contoh 2.2, salah mutlak dari selisih dua pengukuran 32,5 km dan 28,7 km adalah 0,1 km

Selisih maksimum dua pengukuran 32,5 km dan 28,7 km

= (32,5 km - 28,7 km) + (salah mutlak dari selisih dua pengukuran 32,5 km dan 28,7 km)

= 3,8 km + 0,1 km

= 3,9 km

Definisi 2.6

Selisih minimum dua buah pengukuran *a* dan *b* didefinisikan sebagai pengurangan dari pengurangan pengukuran *a* oleh pengukuran *b* dengan salah mutlak dari selisih pengukuran *a* dengan pengukuran *b*.

Atau:

Selisih minimum dua buah pengukuran *a* dan *b* =

(pengukuran *a* - pengukuran *b*) -

(salah mutlak dari selisih pengukuran *a* dengan pengukuran *b*).

Contoh 2.6

Hasil dua pengukuran panjang masing-masing adalah 32,5 km dan 28,7 km. Tentukan selisih minimum dari hasil dua pengukuran tersebut.

Penyelesaian:

Dari Contoh 2.2, salah mutlak dari selisih dua pengukuran 32,5 km dan 28,7 km adalah 0,1 km

Selisih minimum dua pengukuran 32,5 km dan 28,7 km

= (32,5 km - 28,7 km) - (salah mutlak dari selisih dua pengukuran 32,5 km dan 28,7 km)

= 3,8 km - 0,1 km

= 3,7 km

Definisi 2.7

Perkalian maksimum dua buah pengukuran *a* dan *b* didefinisikan sebagai hasil kali ukuran maksimum (ukuran terbesar) pengukuran *a* dengan ukuran maksimum (ukuran terbesar) pengukuran *b*.

Atau:

Perkalian maksimum pengukuran *a* dengan pengukuran *b* =

(ukuran maksimum pengukuran *a*) ? (ukuran maksimum pengukuran *b*).

Contoh 2.7

Hasil dua pengukuran panjang masing-masing adalah 32,5 km dan 28,7 km. Tentukan perkalian maksimum dari hasil dua pengukuran tersebut.

Penyelesaian:

Salah mutlak dari hasil pengukuran 32,5 km adalah 0,05 km

Salah mutlak dari hsil pengukuran 28,7 km adalah 0,05 km

Ukuran maksimum dari pengukuran 32,5 km = 32,5 km + 0,05 km = 32,55 km

Ukuran maksimum dari pengukuran 28,7 km = 28,7 km + 0,05 km = 28,75 km

Perkalian maksimum dua pengukuran 32,5 km dan 28,7 km

= (ukuran maksimum pengukuran 32,5 km) ? (ukuran maksimum pengukuran 28,7 km)

= 32,55 km ? 28,75 km

= 935, 8125 km^2

Definisi 2.8

Perkalian minimum dua buah pengukuran *a* dan *b* didefinisikan sebagai hasil kali ukuran minimum (ukuran terkecil) pengukuran *a* dengan ukuran minimum (ukuran terkecil) pengukuran *b*.

Atau:

Perkalian minimum pengukuran *a* dengan pengukuran *b* =

(ukuran minimum pengukuran *a*) ? (ukuran minimum pengukuran *b*).

Contoh 2.8

Hasil dua pengukuran panjang masing-masing adalah 32,5 km dan 28,7 km. Tentukan perkalian minimum dari hasil dua pengukuran tersebut.

Penyelesaian:

Salah mutlak dari hasil pengukuran 32,5 km adalah 0,05 km

Salah mutlak dari hsil pengukuran 28,7 km adalah 0,05 km

Ukuran minimum dari pengukuran 32,5 km = 32,5 km - 0,05 km = 32,45 km

Ukuran minimum dari pengukuran 28,7 km = 28,7 km + 0,05 km = 28,65 km

Perkalian maksimum dua pengukuran 32,5 km dan 28,7 km

= (ukuran minimum pengukuran 32,5 km) ? (ukuran minimum pengukuran 28,7 km)

= 32,45 km ? 28,65 km

= 929, 6925 km^2

c. Rangkuman 2

? Salah mutlak dari jumlah dua pengukuran *a* dan *b* =
(salah mutlak pengukuran *a*) + (salah mutlak pengukuran *b*).

? Salah mutlak dari selisih dua buah pengukuran *a* dan *b* =
(salah mutlak pengukuran *a*) + (salah mutlak pengukuran *b*).

? Jumlah maksimum dua buah pengukuran *a* dan *b* =
(pengukuran *a* + pengukuran *b*) +
(salah mutlak dari jumlah pengukuran *a* dengan pengukuran *b*).

? Jumlah minimum dua buah pengukuran *a* dan *b* =
(pengukuran *a* + pengukuran *b*) -
(salah mutlak dari jumlah pengukuran *a* dengan pengukuran *b*).

? Selisih maksimum dua buah pengukuran *a* dan *b* =
(pengukuran *a* - pengukuran *b*) +
(salah mutlak dari selisih pengukuran *a* dengan pengukuran *b*)

? Selisih minimum dua buah pengukuran *a* dan *b* =
(pengukuran *a* - pengukuran *b*) -
(salah mutlak dari selisih pengukuran *a* dengan pengukuran *b*).

? Perkalian maksimum pengukuran *a* dengan pengukuran *b* =
(ukuran maksimum pengukuran *a*) ? (ukuran maksimum pengukuran *b*).

? Perkalian minimum pengukuran *a* dengan pengukuran *b* =
(ukuran minimum pengukuran *a*) ? (ukuran minimum pengukuran *b*).

d. Tugas 2

Hasil dua pengukuran berat benda masing-masing adalah 12,32 kg dan 10,14 kg.
Tentukan:

1. Salah mutlak dari jumlah hasil dua pengukuran tersebut.
2. Salah mutlak dari selisih hasil pengukuran tersebut
3. Jumlah maksimum dari dua pengukuran tersebut.
4. Jumlah minimum dari dua pengukuran tersebut.
5. Selisih maksimum dari dua pengukuran tersebut
6. Selisih minimum dari dua pengukuran tersebut.
7. Perkalian maksimum dari pengukuran tersebut
8. Perkalian minimum dari dua pengukuran tersebut.

Hasil pengukuran sebuah persegi panjang adalah: panjang 12,2 cm dan lebar 6,1 cm. Tentukan:

9. Luas maksimum dari persegi panjang tersebut.
10. Luas minimum dari persegi panjang tersebut.

e. Tes Formatif 2

Hasil dua pengukuran tinggi benda masing-masing adalah 173,34 m dan 162,12 m.

Tentukan:

1. Salah mutlak dari jumlah hasil dua pengukuran tersebut.
2. Salah mutlak dari selisih hasil pengukuran tersebut
3. Jumlah maksimum dari dua pengukuran tersebut.
4. Jumlah minimum dari dua pengukuran tersebut.
5. Selisih maksimum dari dua pengukuran tersebut
6. Selisih minimum dari dua pengukuran tersebut.
7. Perkalian maksimum dari pengukuran tersebut
8. Perkalian minimum dari dua pengukuran tersebut.

Hasil pengukuran sebuah jajar genjang adalah: alas 13,1 cm dan tinggi 4,7 cm. Tentukan:

9. Luas maksimum dari jajar genjang tersebut.
10. Luas minimum dari jajar genjang tersebut.

f. Kunci Tes Formatif 2

1. Salah mutlak dari 173,34 m = 0,005 m
   Salah mutlak dari 162,12 m = 0,005 m
   Salah mutlak dari jumlah hasil dua pengukuran 173,34 m dan 162,12 m adalah 0,005 m + 0,005 m = 0,01 m.
2. Salah mutlak dari 173,34 m = 0,005 m
   Salah mutlak dari 162,12 m = 0,005 m
   Salah mutlak dari selisih hasil dua pengukuran 173,34 m dan 162,12 m adalah
   0,005 m + 0,005 m = 0,01 m.
3. Jumlah maksimum dari dua pengukuran 173,34 m dan 162,12 m adalah (173,34 m + 162,12 m) + 0,01 m = 335,44 m.
4. Jumlah minimum dari dua pengukuran 173,34 m dan 162,12 m adalah (173,34 m + 162,12 m) - 0,01 m = 335,46 m.
5. Selisih maksimum dari dua pengukuran 173,34 m dan 162,12 m adalah (173,34 m - 162,12 m) + 0,01 m = 11,23 m.
6. Selisih minimum dari dua pengukuran 173,34 m dan 162,12 m adalah (173,34 m - 162,12 m) - 0,01 m = 11,21 m.
7. Ukuran maksimum dari 173,34 m = 173,34 m + 0,005 m = 173,345 m.
   Ukuran maksimum dari 162,12 m = 162,12 m + 0,005 m = 162,125 m.
   Perkalian maksimum dari dua pengukuran 173,34 m dan 162,12 m adalah 173,345 m ? 162,125 m = 28103,558125 m^2.
8. Ukuran minimum dari 173,34 m = 173,34 m - 0,005 m = 173,335 m.
   Ukuran minimum dari 162,12 m = 162,12 m - 0,005 m = 162,115 m.
   Perkalian minimum dari dua pengukuran 173,34 m dan 162,12 m adalah

173,335 m ? 162,115 m = 28100,203525 m^2.

9. Salah mutlak dari alas (=13,1 cm) adalah 0,05 cm.
   Salah mutlak dari tinggi (= 4,7 cm) adalah 0,05 cm.
   Ukuran alas maksimum = 13,1 cm + 0,05 cm = 13,15 cm.
   Ukuran tinggi maksimum = 4,7 cm + 0,05 cm = 4,75 cm.
   Luas maksimum dari jajar genjang = 13,15 cm ? 4,75 cm = 62.4625 cm^2.
10. Ukuran alas minimum = 13,1 cm - 0,05 cm = 13,05 cm.
    Ukuran tinggi minimum = 4,7 cm - 0,05 cm = 4,65 cm.
    Luas minimum dari jajar genjang = 13,05 cm ? 4,65 cm = 60.6825 cm^2.

BAB III. EVALUASI

A. SOAL EVALUASI

Kerjakan semua soal berikut.

Dari pernyataan-pernyataan di bawah ini, manakah yang memerlukan kegiatan membilang dan manakah yang memerlukan kegiatan mengukur?

1. Volume sebuah tabung.
2. Banyaknya pemain Persija.

Dari hasil pengukuran panjang tali diperoleh data 12,4 m. Tentukan:

3. Salah mutlak dari hasil pengukuran tersebut.
4. Salah relatif dari hasil pengukuran tersebut.
5. Persentase kesalahan dari hasil pengukuran tersebut.
6. Ukuran terbesar dari pengukuran tersebut.
7. Ukuran terkecil dari pengukuran tersebut.
8. Toleransi kesalahan dari hasil pengukuran tersebut.

Diketahui bahwa dua hasil pengukuran berat suatu benda adalah 12,1 kg dan 10,2 kg. Tentukan:

9. Salah mutlak dari jumlah dan salah mutlak dari selisih hasil pengukuran tersebut.
10. Jumlah maksimum dan jumlah minimum dari dua pengukuran tersebut.
11. Selisih maksimum dan selisih minimum dari dua pengukuran tersebut.

Ukuran sebuah persegi panjang 4 meter kali 2 meter. Tentukan:

12. Luas maksimum dan minimum dari persegi panjang tersebut.

B. KUNCI JAWABAN

1. Memerlukan kegiatan mengukur.
2. Memerlukan kegiatan membilang.
3. Salah mutlak dari hasil pengukuran = 0,05 m
4. Salah relatif dari hasil pengukuran = 0,00403
5. Persentase kesalahan dari hasil pengukuran = 0,4 %.
6. Ukuran terbesar dari hasil pengukuran = 12,45 m.
7. Ukuran terkecil dari hasil pengukuran = 12,35 m
8. Toleransi dari hasil pengukuran = 0,10 m
9. Salah mutlak dari jumlah pengukuran = 0,10 kg.
   Salah mutlak dari selisih hasil pengukuran = 0,10 kg.
10. Jumlah maksimum dari hasil pengukuran = 22,40 kg.
    Jumlah minimum dari dua pengukuran = 22,20 kg.
11. Selisih maksimum dari pengukuran = 2,00 kg
    Selisih minimum dari pengukuran = 1,80 kg
12. Luas maksimum persegi panjang = 11,25 m^2
    Luas minimum persegi panjang = 5,25 m^2.

C. PETUNJUK PENILAIAN

Semua jawaban pada setiap nomor mempunyai skor yang sama, yaitu 8. Jadi jika jawaban benar semua akan mendapat skor 100.

BAB IV. PENUTUP

Setelah menyelesaikan modul ini, anda berhak untuk mengikuti tes praktek untuk menguji kompetensi yang telah anda pelajari. Apabila anda dinyatakan memenuhi syarat kelulusan dari hasil evaluasi dalam modul ini, maka anda berhak untuk melanjutkan ke topik/modul berikutnya.

Mintalah pada guru untuk melakukan uji kompetensi dengan sistem penilaian yang dilakukan langsung oleh pihak industri atau asosiasi yang berkompeten apabila anda telah menyelesaikan seluruh evaluasi dari setiap modul, maka hasil yang berupa nilai dari guru atau berupa portofolio dapat dijadikan bahan verifikasi oleh pihak industri atau asosiasi profesi. Kemudian selanjutnya hasil tersebut dapat dijadikan sebagai penentu standar pemenuhan kompetensi dan bila memenuhi syarat anda berhak mendapatkan sertifikat kompetensi yang dikeluarkan oleh dunia industri atau asosiasi profesi.

DAFTAR PUSTAKA

Lee Peng-Yee, at.all., 1992, **Mathematics 1,** Shinglee, Singapore.

Sartono Wirodikromo, 2000, **Matematika SMU Kelas I**, Erlangga, Jakarta.