

DASAR KETIDAKPASTIAN PENGUKURAN

Oleh:
Julia Kantasubrata

JK/Ketidakpastian Pengukuran/1204

1

KETIDAKPASTIAN ?

- Ketidakpastian adalah suatu parameter yang menetapkan rentang nilai yang didalamnya diperkirakan nilai benar yang diukur berada.
- Menghitung rentang tersebut dikenal sebagai pengukuran ketidakpastian.

JK/Ketidakpastian Pengukuran/1204

2

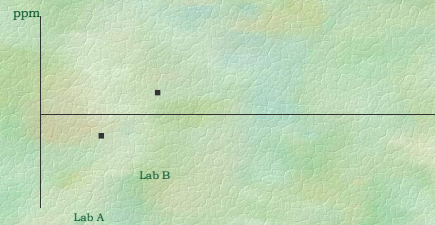
Melalui Mojonnier Test diperoleh kadar Lemak dalam Produk SKM adalah

$$11,55 \pm 0,5 \%$$

JK/Ketidakpastian Pengukuran/1204

3

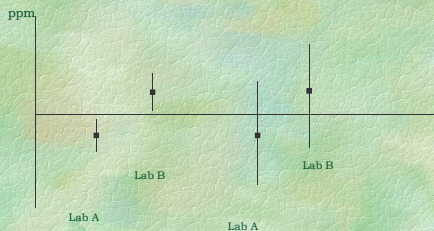
Perbandingan Hasil Analisis



JK/Ketidakpastian Pengukuran/1204

4

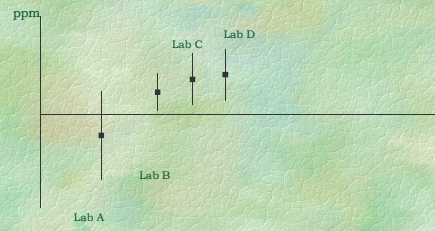
Perbandingan Hasil Analisis



JK/Ketidakpastian Pengukuran/1204

5

Perbandingan Hasil Analisis

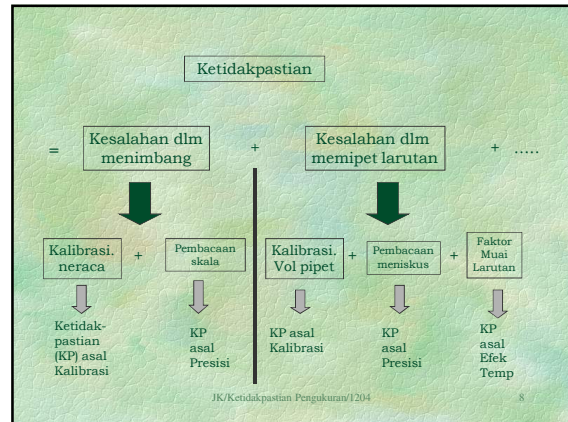


JK/Ketidakpastian Pengukuran/1204

6

Kaitan Antara Ketidakpastian Dan Kesalahan

Ketidakpastian Memadukan Semua Kesalahan Yang Diketahui Menjadi Suatu Rentang Tunggal



Sumber-sumber Ketidakpastian

- ^ Sampling
- ^ Preparasi Contoh
- ^ Kalibrasi Peralatan
- ^ Instrumen
- ^ Kesalahan random
- ^ Kesalahan sistematik
- ^ Personil

Sampling

Homogenkah contoh?

Ketidakeragaman harus diperhatikan

KP asal homogenitas

Preparasi Contoh

Apakah Analit terekstraksi 100% dari matrik contoh?

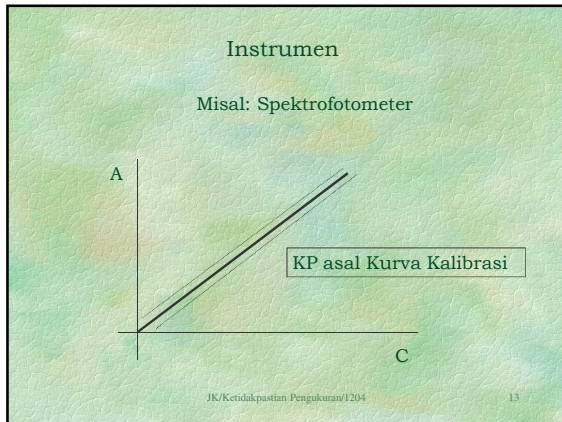
Recovery harus diperhatikan

KP asal Recovery

Kalibrasi Peralatan

Temperatur oven $100 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$
Volume labu takar $100 \text{ mL} \pm 0.08 \text{ mL}$

KP asal Kalibrasi



Kesalahan Random

Penimbangan berulang kali dari standar massa 10 g memberikan data (g) :

10,0001	10,0000	10,0002	10,0002
10,0001	10,0000	10,0001	10,0000
	10,0002	10,0000	

↓

JK/Ketidapastian Pengukuran/1204 14

- ### Kesalahan Sistematis
- Penimbangan bahan yang bersifat higroskopis tidak menyatakan berat bahan yang sebenarnya.
 - Titik akhir suatu titrasi tidak menyatakan titik ekuivalensi
- ↓
- JK/Ketidapastian Pengukuran/1204 15

Personil

Ketrampilan dan Ketelitian seorang analis akan memberikan pengaruh pada besar kecilnya nilai ketidapastian pengukuran

↓

JK/Ketidapastian Pengukuran/1204 16

- ### Sumber Informasi Untuk Pengukuran Ketidapastian
- Spesifikasi Pabrik
 - Data Pustaka
 - Data Validasi Metode atau data dari Log Book
- JK/Ketidapastian Pengukuran/1204 17

Spesifikasi Pabrik

Spesifikasi pabrik untuk labu takar 100 mL kelas A adalah $\pm 0,08$ mL

Spesifikasi pabrik untuk vol pipet 2 mL kelas A adalah $\pm 0,01$ mL

JK/Ketidapastian Pengukuran/1204 18

Data Pustaka

¶ Dalam hand book dinyatakan nilai koefisien muai volume dari air adalah $1 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

¶ Dari pustaka dapat diperoleh data bahwa ketidakpastian berat atom H adalah $\pm 0,00007$

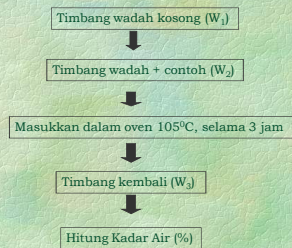
- Tabel **IUPAC**: Berat Atom H = 1,00794 (7)
- Artinya: Berat Atom H = $1,00794 \pm 0,00007$

Data Validasi Metode atau Data dari Log Book

- Presisi
 - Repeatability
 - Reproducibility – Uji Profisiensi
- Akurasi – Melakukan analisis terhadap CRM

Mengestimasi Ketidakpastian

1. Buat model sistem pengujian. Sebagai contoh dibuat model sistim pengujian kadar air



Mengestimasi Ketidakpastian

2. Definisikan besaran yang akan diukur (dinyatakan dengan rumus)

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \times 100$$

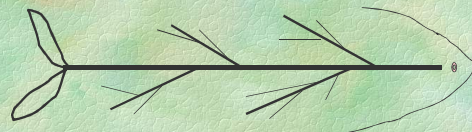
Mengestimasi Ketidakpastian

2. Definisikan besaran yang akan diukur (dinyatakan dengan rumus)

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{P}{Q} \times 100$$

Mengestimasi Ketidakpastian

3. Identifikasi sumber-sumber ketidakpastian dan buat daftar dari semua faktor yang dapat memberikan kontribusi kesalahan terhadap hasil akhir (dibuat dalam bentuk *cause and effect diagram*)
Cause and effect diagram disebut juga sebagai grafik tulang ikan



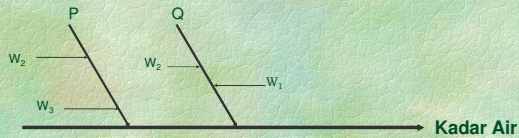
Dalam menggambarkan grafik tulang ikan :

- Gambarkan mula-mula tulang punggung-nya
- Letaknya parameter yang dicari dalam pengujian sebagai kepala ikan
- Gambarkan apa yang ada dalam rumus sebagai tulang-tulang utama
- Tulang utama terdiri dari rumus ++
- Yang dimaksud dengan ++ disini adalah apa yang tidak ada dalam rumus, tetapi memberi kontribusi pada ketidakpastian (misal homogenitas contoh, presisi metode, recovery, linieritas, efek temperatur dll)

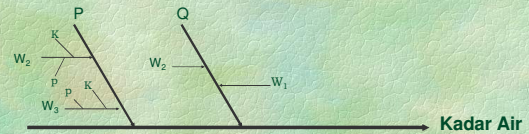
Gambarkan mula-mula tulang punggung-nya
Letaknya parameter yang dicari dalam pengujian sebagai kepala ikan

—————→ **Kadar Air**

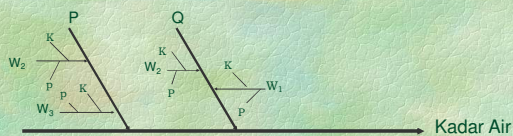
Gambarkan apa yang ada dalam rumus sebagai tulang-tulang utama



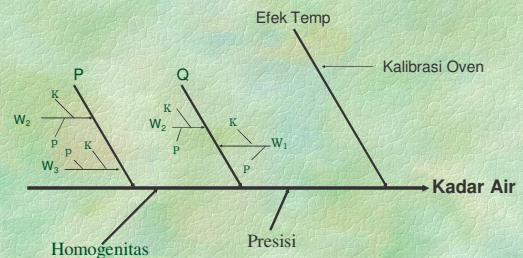
Lengkapi Tulang Utama dengan Duri-duri

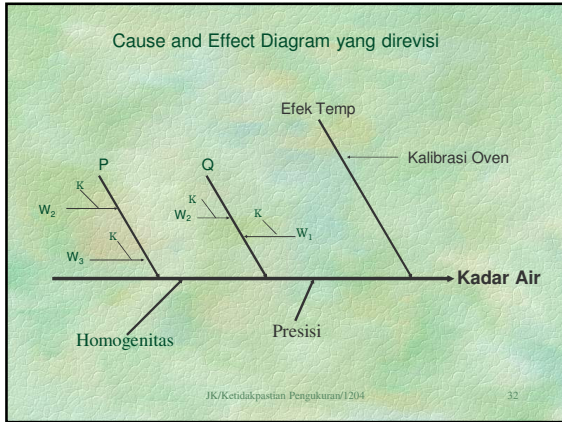
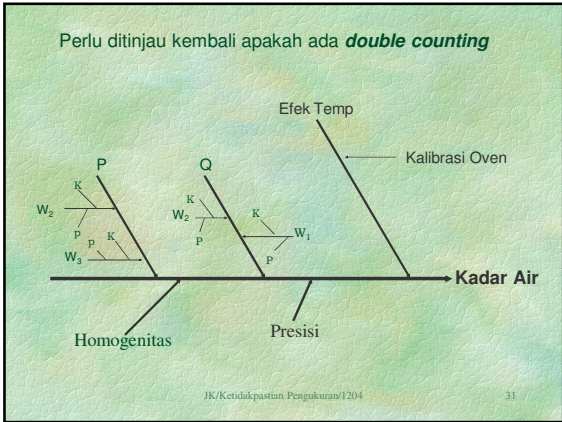


Lengkapi semua Tulang Utama dengan Duri



Tulang utama terdiri dari rumus ++





Mengestimasi Ketidakpastian

4. Kelompokkan faktor-faktor tersebut kedalam katagori komponen ketidakpastian

- Tipe A
- Tipe B

Tipe A
Berdasarkan pekerjaan eksperimental dan dihitung dari rangkaian pengamatan berulang.

Tipe B
Berdasarkan informasi yang dapat dipercaya.

JK/Ketidakpastian Pengukuran/1204 33

PENENTUAN TIPE A ATAU TIPE B

Komponen KP asal	Tipe	Sumber data
Kali brasi Neraca	B	Sertifikat kalibrasi
Presisi Neraca	A	Percobaan kecil
Kalibrasi oven	B	Sertifikat kalibrasi
Presisi Metode	A	Pengulangan minimal 6 penentuan
Homogenitas	A	Hasil Analisis 10 sample yg diambil random

JK/Ketidakpastian Pengukuran/1204 34

Mengestimasi Ketidakpastian

5. Estimasi masing-masing komponen ketidakpastian sehingga ekuivalen dengan sebuah simpangan baku (**s**). Komponen ini disebut sebagai ketidakpastian baku (**μ**)

Tipe A :
$$\mu = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

s = simpangan baku
n = jumlah pengamatan

JK/Ketidakpastian Pengukuran/1204 35

Bagaimana Menghitung ketidakpastian baku Tipe B ?

Apabila Informasi datanya disertai dengan keterangan:

- Tingkat Kepercayaan 95%
$$\mu(x) = s / 2 \text{ atau } s / 1,96$$
- Tingkat Kepercayaan 99%
$$\mu(x) = s / 3 \text{ atau } s / 3,090$$

Apabila Informasi datanya tidak disertai dengan keterangan apapun, maka dianggap distribusi rectangular:

$$\mu(x) = s / \sqrt{3}$$

Untuk distribusi triangular

$$\mu(x) = s / \sqrt{6}$$

JK/Ketidakpastian Pengukuran/1204 36

Apabila data dari sumber yang dapat dipercaya bukan dalam bentuk s, melainkan RSD atau CV (%), maka

- RSD dikalikan dengan $X_{rata-rata}$

$$\mu(x) = (s / \bar{x}) \cdot \bar{x}$$

- CV(%) dibagi 100, dikalikan dengan $X_{rata-rata}$

$$\mu(x) = (CV(\%) / 100) \cdot \bar{x}$$

Mengestimasi Ketidapastian

6. Gabungkan komponen-komponen ketidapastian baku (μ) untuk menghasilkan ketidapastian hasil pengujian secara keseluruhan (ketidapastian gabungan).

- Apabila komponen-komponen ketidapastian tersebut mempunyai satuan yang sama
 - Dikuadratkan
 - Dijumlahkan
 - Ketidapastian gabungan adalah akar pangkat dua dari jumlah

$$\mu_G = \sqrt{\mu_a^2 + \mu_b^2 + \dots}$$

Perhitungan Ketidapastian Gabungan (μ_G)

- Apabila komponen-komponen ketidapastian tersebut tidak mempunyai satuan yang sama maka:
 - Komponen tsb diubah terlebih dahulu hingga mempunyai satuan yang sama
 - Dikuadratkan
 - Dijumlahkan
 - Ketidapastian gabungan adalah akar pangkat dua dari jumlah

$$\mu_G/G = \sqrt{(\mu_a/a)^2 + (\mu_b/b)^2 + \dots}$$

Aturan Yang Berlaku

1. Untuk penjumlahan atau pengurangan, misal $y = a + b$ (dalam hal ini satuan harus sama)

$$\mu_y^2 = \mu_a^2 + \mu_b^2 \text{ atau } \mu_y = \sqrt{\mu_a^2 + \mu_b^2}$$

2. Untuk perkalian dan pembagian, misal $C=W/V$

$$\mu_C/C = \sqrt{(\mu_w/W)^2 + (\mu_v/V)^2}$$

3. Untuk rumus $q = Bx$ dimana B adalah konstanta $\mu_q = B \mu_x$

4. Untuk rumus $q = x^n$ $\mu_q/q = n \mu_x/x$

Mengestimasi Ketidapastian

- Hitung ketidapastian diperluas U (*expanded uncertainty*)
- Laporkan hasil uji lengkap dengan nilai ketidapastian diperluas.

Ketidapastian Diperluas (U)

- Untuk mendapatkan probabilitas yang memadai bahwa nilai hasil uji berada dalam rentang yang diberikan oleh ketidapastian, maka ketidapastian baku gabungan (μ_G) dikalikan dengan sebuah faktor pencahupan (k).

- Faktor 2 memberikan ketidapastian diperluas dengan tingkat kepercayaan sekitar 95%

$$U = k \cdot \mu_G$$