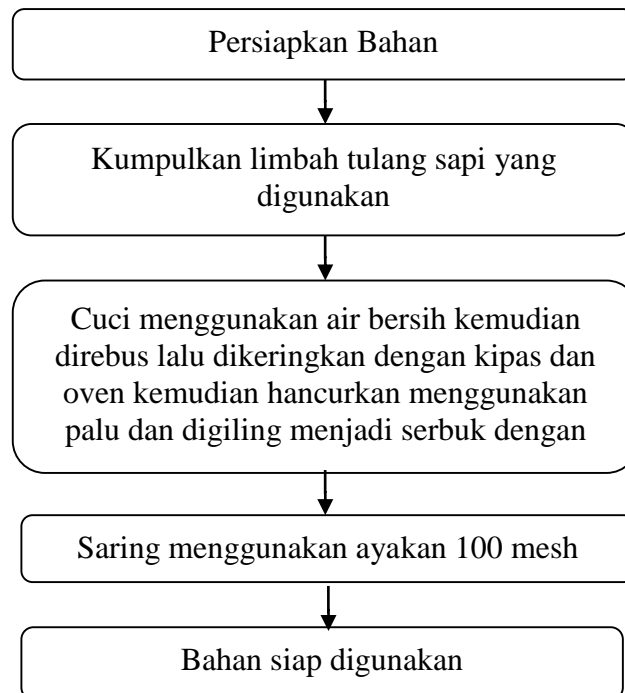


## LAMPIRAN

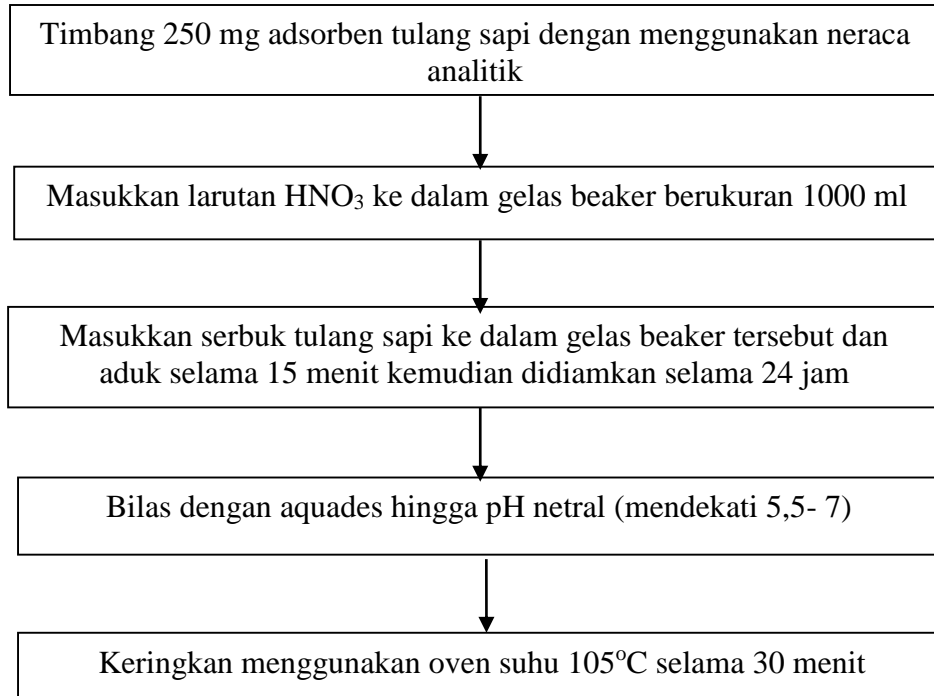
### LAMPIRAN 1

#### Langkah Kerja Penelitian Adsorben Tulang Sapi

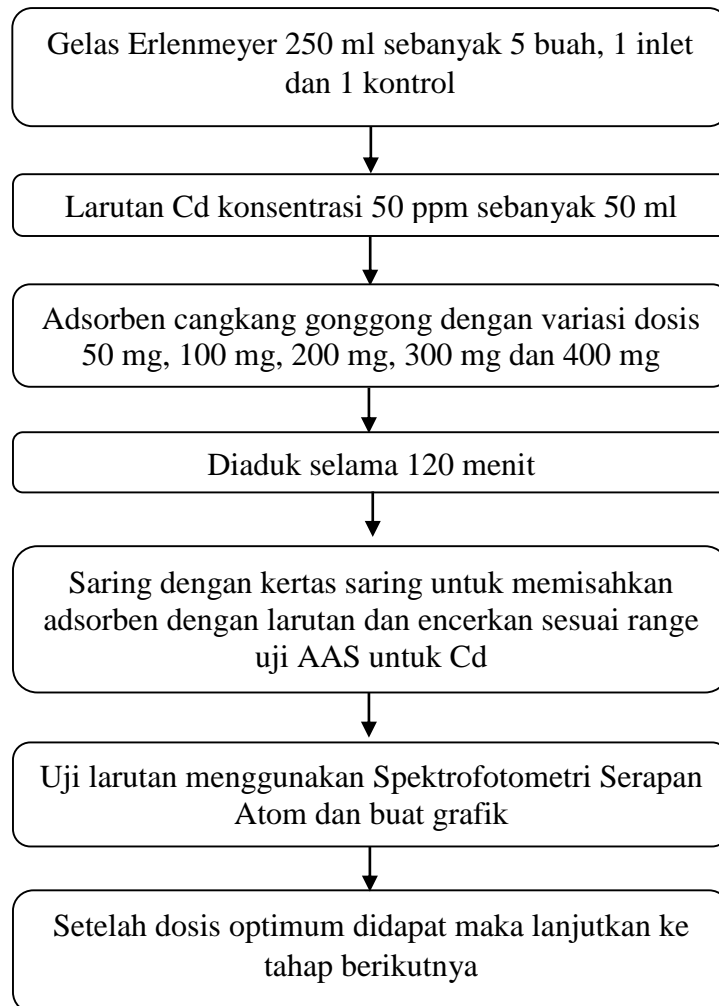
##### A. Persiapan Adsorben Tulang Sapi



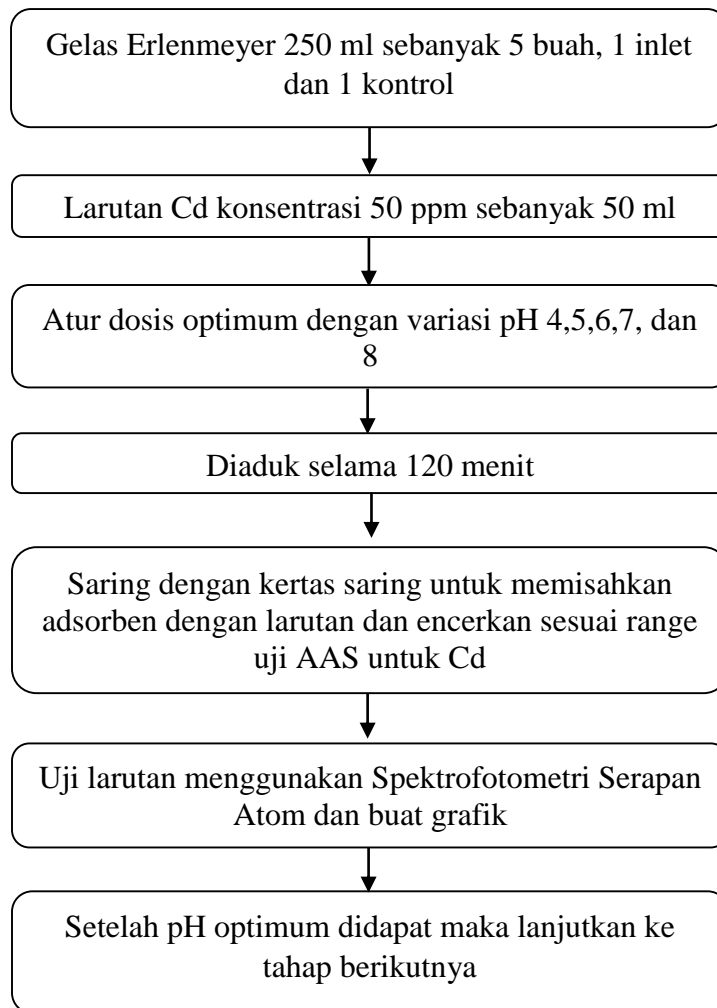
## B. Aktivasi Adsorben Tulang Sapi Dengan Asam Nitrat ( $\text{HNO}_3$ )



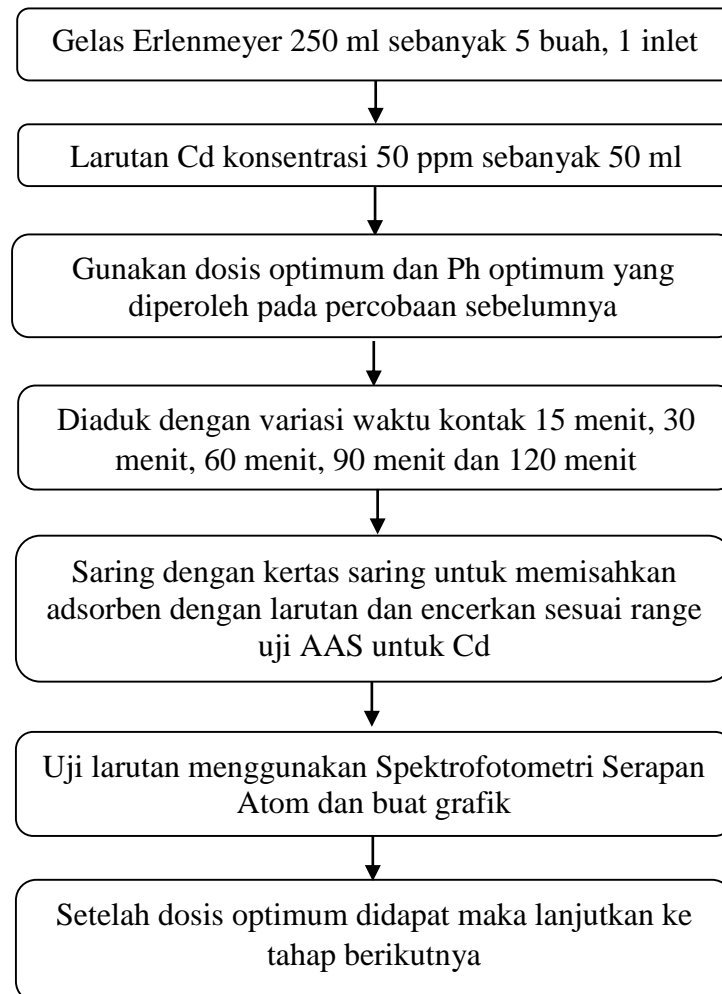
### C. Uji Dosis Optimum



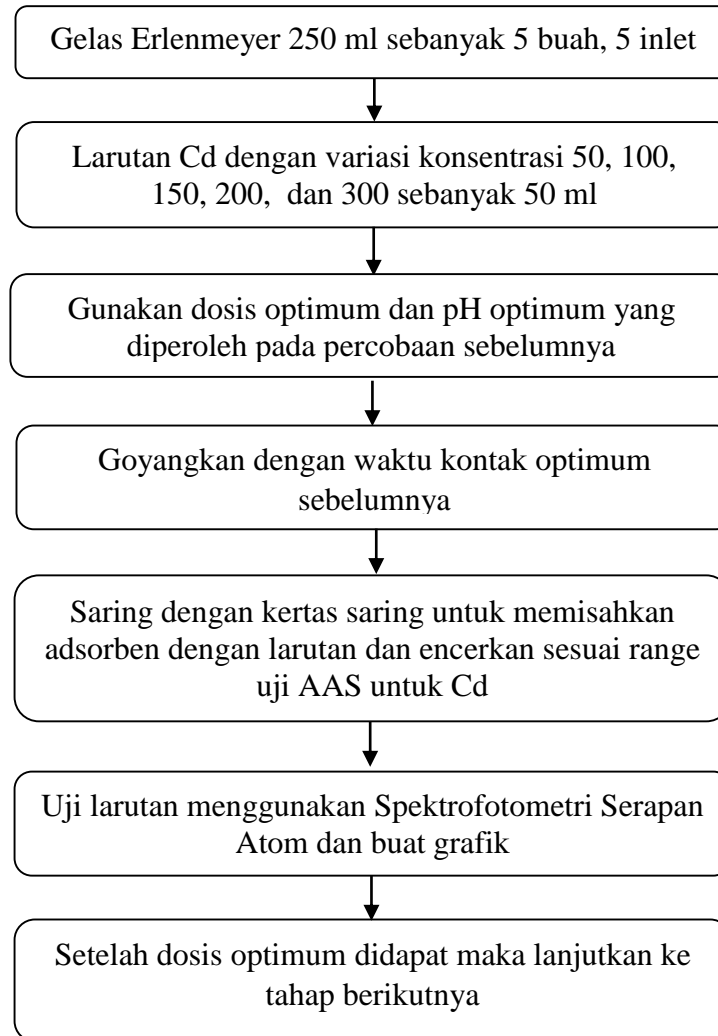
#### D. Uji pH Optimum



#### E. Uji Waktu Kontak Optimum



## F. Uji Efisiensi Kemampuan Adsorben



## Lampiran 2 Perhitungan Pengenceran Kadmium

1. Menghitung Asam Nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) 1 M sebanyak 1000 ml

$$\begin{aligned}M &= \frac{\text{massa jenis } \text{HNO}_3}{Mr} \times \% \text{HNO}_3 \\ &= \frac{1,39}{63} \times 65\% \\ &= 14,34 \text{ M}\end{aligned}$$

2. Membuat larutan  $\text{CdSO}_4$  50 ppm sebanyak 1 liter

$$\begin{aligned}1000 \text{ ppm} \times V &= 50 \text{ ppm} \times 100 \text{ ml} \\ V &= 50 \text{ ml}\end{aligned}$$

3. Membuat Larutan  $\text{CdSO}_4$  100 ppm sebanyak 100 ml

$$\begin{aligned}1000 \text{ ppm} \times V &= 100 \text{ ppm} \times 100 \text{ ml} \\ V &= 10 \text{ ml}\end{aligned}$$

4. Membuat Larutan  $\text{CdSO}_4$  150 ppm sebanyak 100 ml

$$\begin{aligned}1000 \text{ ppm} \times V &= 150 \text{ ppm} \times 100 \text{ ml} \\ V &= 15 \text{ ml}\end{aligned}$$

5. Membuat Larutan  $\text{CdSO}_4$  200 ppm sebanyak 100 ml

$$\begin{aligned}1000 \text{ ppm} \times V &= 200 \text{ ppm} \times 100 \text{ ml} \\ V &= 20 \text{ ml}\end{aligned}$$

6. Membuat Larutan  $\text{CdSO}_4$  250 ppm sebanyak 100 ml

$$\begin{aligned}1000 \text{ ppm} \times V &= 250 \text{ ppm} \times 100 \text{ ml} \\ V &= 25 \text{ ml}\end{aligned}$$

7. Membuat Larutan  $\text{CdSO}_4$  300 ppm sebanyak 100 ml

$$\begin{aligned}1000 \text{ ppm} \times V &= 300 \text{ ppm} \times 100 \text{ ml} \\ V &= 30 \text{ ml}\end{aligned}$$

### Lampiran 3 Variasi Massa

Berdasarkan data yang diperoleh pada variasi massa, nilai persen penyisihan dari hasil percobaan tersebut dapat diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut:

a. Hasil Uji Variasi Massa Adsorben Larutan (Adsorben Tanpa Aktivasi)

1. Sampel dengan massa 0,05 g

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(56,8-14,5) \text{ ppm}}{(56,8)} \times 100\% = 74,47\%$$

2. Sampel dengan massa 0,1 g

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(56,8-1,531) \text{ ppm}}{(56,8)} \times 100\% = 97,30\%$$

3. Sampel dengan massa 0,2 g

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(56,8-0,912) \text{ ppm}}{(56,8)} \times 100\% = 98,39\%$$

4. Sampel dengan massa 0,3 g

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(56,8-0,535) \text{ ppm}}{(56,8)} \times 100\% = 99,06\%$$

5. Sampel dengan massa 0,4 g

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(56,8-0,339) \text{ ppm}}{(56,8)} \times 100\% = 99,4\%$$

b. Hasil Uji Variasi Massa Adsorben Teraktivasi

1. Sampel dengan massa 0,05 g

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(56,8-14,2) \text{ ppm}}{(56,8)} \times 100\% = 75\%$$

2. Sampel dengan massa 0,1 g

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(56,8-8,6) \text{ ppm}}{(56,8)} \times 100\% = 84,86\%$$

3. Sampel dengan massa 0,2 g

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(56,8-1,134) \text{ ppm}}{(56,8)} \times 100\% = 98\%$$

4. Sampel dengan massa 0,3 g

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(56,8-0,262) \text{ ppm}}{(56,8)} \times 100\% = 99,54\%$$

5. Sampel dengan massa 0,4 g



$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(56,8-0,25) \text{ ppm}}{(56,8)} \times 100\% = 99,56\%$$

### Variasi 4 pH Larutan

Berdasarkan data yang diperoleh pada variasi pH, nilai persen penyisihan dari hasil percobaan tersebut dapat diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut:

a. Hasil Uji Variasi Massa pH Adsorben Tanpa Aktivasi

1. Sampel dengan pH 4

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(47,25-36,12) \text{ ppm}}{(47,25)} \times 100\% = 23,56\%$$

2. Sampel dengan pH 5

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(47,25-19,88) \text{ ppm}}{(47,25)} \times 100\% = 57,93\%$$

3. Sampel dengan pH 6

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(47,25-2,05) \text{ ppm}}{(47,25)} \times 100\% = 95,66\%$$

4. Sampel dengan pH 7

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(47,25-0,545) \text{ ppm}}{(47,25)} \times 100\% = 98,85\%$$

5. Sampel dengan pH 8

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(47,25-0,13) \text{ ppm}}{(47,25)} \times 100\% = 99,72\%$$

b. Hasil Uji Variasi Massa pH Adsorben Teraktivasi

1. Sampel dengan pH 4

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(47,25-28,85) \text{ ppm}}{(47,25)} \times 100\% = 38,94\%$$

2. Sampel dengan pH 5

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(47,25-9,1) \text{ ppm}}{(47,25)} \times 100\% = 80,74\%$$

3. Sampel dengan pH 6

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(47,25-1,458) \text{ ppm}}{(47,25)} \times 100\% = 96,91\%$$

4. Sampel dengan pH 7

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(47,25-1,448) \text{ ppm}}{(47,25)} \times 100\% = 96,94\%$$

5. Sampel dengan pH 8

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(47,25-0,727) \text{ ppm}}{(47,25)} \times 100\% = 98,46\%$$

**Lampiran 5 Variasi Waktu Kontak**

Berdasarkan data yang diperoleh pada variasi waktu kontak, nilai persen penyisihan dari hasil percobaan tersebut dapat diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut:

c. Hasil Uji Variasi Waktu Kontak Adsorben Aktivasi

1. Waktu Kontak 15 Menit

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(43,4-5,25) \text{ ppm}}{(43,4)} \times 100\% = 87,9\%$$

2. Waktu Kontak 30 Menit

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(43,4-4,25) \text{ ppm}}{(43,4)} \times 100\% = 90,21\%$$

3. Waktu Kontak 60 Menit

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(43,4-3,25) \text{ ppm}}{(43,4)} \times 100\% = 92,51\%$$

4. Waktu Kontak 90 Menit

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(43,4-1,41) \text{ ppm}}{(43,4)} \times 100\% = 96,75\%$$

5. Waktu Kontak 120 Menit

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(43,4-0,61) \text{ ppm}}{(43,4)} \times 100\% = 98,59\%$$

## Lampiran 6 Variasi Konsentrasi

Berdasarkan data yang diperoleh pada variasi konsentrasi, nilai persen penyisihan dari hasil percobaan tersebut dapat diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut:

### d. Hasil Uji Variasi Waktu Kontak Adsorben Aktivasi

#### 1. Konsentrasi 50 ppm

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(67,8-1,53) \text{ ppm}}{(67,8)} \times 100\% = 97,74\%$$

#### 2. Konsentrasi 100 ppm

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(140,1-7,07) \text{ ppm}}{(140,1)} \times 100\% = 94,95\%$$

#### 3. Konsentrasi 150 ppm

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(193,7-13,35) \text{ ppm}}{(193,7)} \times 100\% = 93,11\%$$

#### 4. Konsentrasi 200 ppm

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(190,5-15,8) \text{ ppm}}{(190,5)} \times 100\% = 91,71\%$$

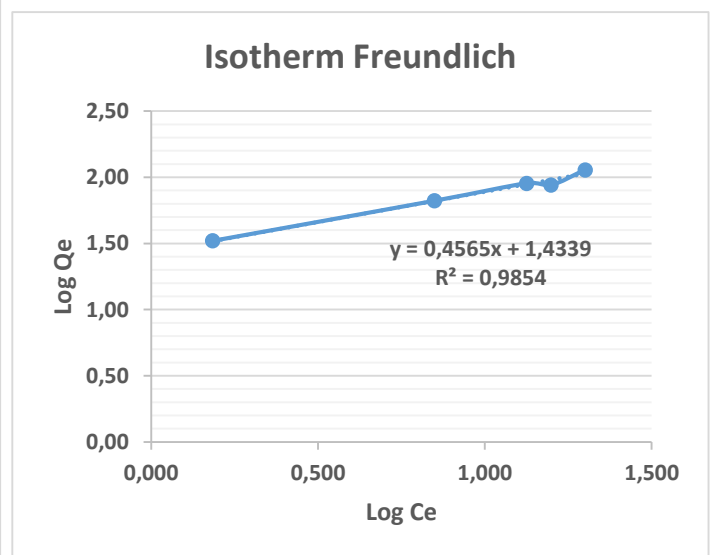
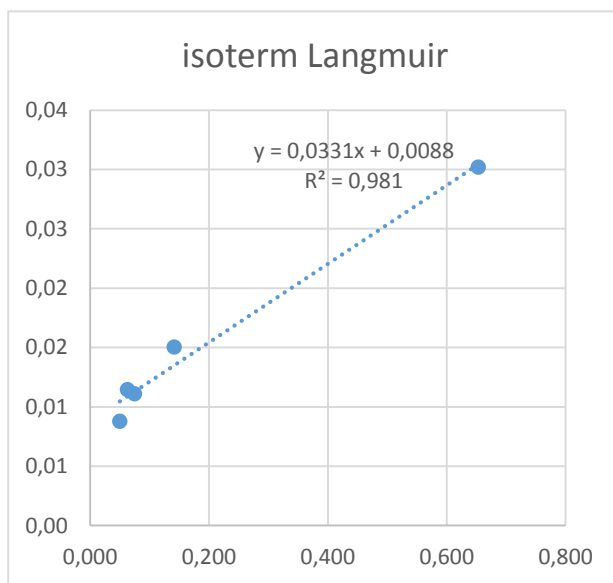
#### 5. Konsentrasi 300 ppm

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{(248-20) \text{ ppm}}{(248)} \times 100\% = 91,94\%$$

## Lampiran 7 Efisiensi Kemampuan Adsorben

### Data Uji Isoterm Langmuir & Freundlich

Variasi Konsentrasi Biosorben Aktivasi												
Variasi Konsentrasi (ppm) (A)	Massa Adsorben (mg) (B)	Volume Larutan (ml) (C)	Konsentrasi Awal (C <sub>0</sub> ) (D)	Konsentrasi Akhir (C <sub>e</sub> ) (E)	Selisih (ΔC) (F)	Persentase Penyisihan (G)	Langmuir			Freundlich		
							Q <sub>e</sub> (H)	1/Q <sub>e</sub> (I)	1/C <sub>e</sub> (J)	Q <sub>e</sub> (K)	Log Q <sub>e</sub> (L)	Log C <sub>e</sub> (M)
50	100	50	67,80	1,53	66,27	97,74	33,135	0,03	0,653	33,1345	1,52	0,185
100	100	50	140,10	7,07	133,03	94,95	66,515	0,02	0,141	66,515	1,82	0,849
150	100	50	193,70	13,35	180,35	93,11	90,175	0,01	0,075	90,175	1,96	1,125
200	100	50	190,50	15,80	174,70	91,71	87,350	0,01	0,063	87,35	1,94	1,199
300	100	50	248,00	20,00	228,00	91,94	114,000	0,01	0,050	114	2,06	1,301



Contoh Perhitungan :

Diketahui:

A = 50 ppm

B = 100 mg

C = 50 ml

D = 67,80 ppm

E = 1,53 ppm

F = (D - E) = (67,80 - 1,53) = 66,27

$$G = (D - E) / D = (67,80 - 1,53) / 67,80 = 97,74\%$$

### Langmuir

$$Q_e = F \times (C/1000) / 0,1 = 66,27 \times (50/1000) / 0,1 = 33,135$$

$$1/Q_e = 1 / 33,135 = 0,03$$

$$C_e = E = 1,53 \text{ ppm}$$

$$1/C_e = 1 / 1,53 = 0,653$$

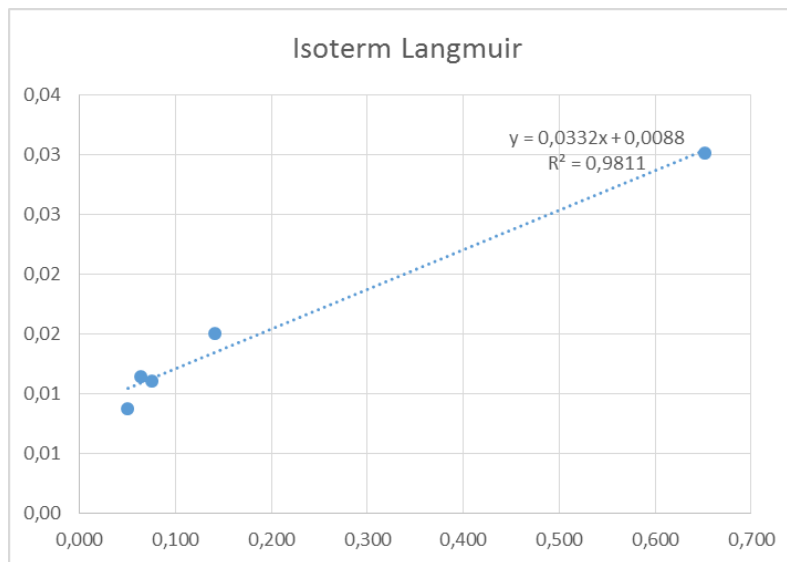
### Freundlich

$$\text{Log } Q_e = \text{Log } 33,135 = 1,52$$

$$\text{Log } C_e = \text{Log } 1,53 = 0,185$$

### Mencari Slope & Intercept pada grafik

#### Diketahui :



$$\text{Regresi Linear} = Y = 0,0332x + 0,0088$$

$$R^2 = 0,9811$$

Dicari Dengan Cara =

	1/Ce (X)	1/Qe (Y)	X.Y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
	0,653	0,03	0,01971	0,427	0,00091
	0,141	0,02	0,00213	0,020	0,00023
	0,075	0,01	0,00083	0,006	0,00012
	0,063	0,01	0,00072	0,004	0,00013
	0,050	0,01	0,00044	0,003	0,00008
Σ	0,983	0,077	0,024	0,459	0,001

Maka Dapat Diperoleh Nilai Slope (b) Sebagai Berikut:

$$b = \frac{\sum xy - (\sum x \cdot \sum y)/n}{\sum x^2 - ((\sum x)^2/n)}$$

$$b = \frac{0,024 - (0,983 \times 0,077)/5}{0,459 - \left(\frac{(0,983)^2}{5}\right)} = 0,0332$$

Sementara Nilai Intercept (a) Dapat Dihitung Sebagai Berikut:

$$a = \frac{\sum y - (b \cdot \sum x)}{n}$$

$$a = \frac{0,077 - (0,0332 \times 0,983)}{5} = 0,0088$$

Sehingga, Persamaan Regresi Linier Adalah:

$$Y = bx + a$$

$$Y = 0,0332 x + 0,0088$$

Untuk Koefisien Korelasi Dapat Dihitunh Dengan Rumus:

$$R = \frac{n \cdot (\sum XY) - (\sum X \cdot \sum Y)}{(n \cdot (\sum X^2) - (\sum X)^2)^{\frac{1}{2}} \cdot (n \cdot (\sum Y^2) - (\sum Y)^2)^{\frac{1}{2}}}$$

$$R = \frac{5 \cdot (0,024) - (0,983 \cdot 0,077)}{(5 \cdot (0,459) - (0,983)^2)^{\frac{1}{2}} \cdot (5 \cdot (0,001) - (0,077)^2)^{\frac{1}{2}}} = 0,9811$$

Sehingga **qm** = Kemampuan Maksimum Adsorpsi Adsorben (mg/gr) = 1/0,0088 = 113,8 mg/g

**b** = Konstanta Yang Berkaitan Dengan Kecepatan Adsorpsi (L/mg) = (1/0,0332)/113,7 = 0,0332

## Lampiran 8 Baku Mutu Kadmium Pada Badan Air



MENTERI KESEHATAN  
REPUBLIK INDONESIA

Lampiran  
Peraturan Menteri Kesehatan  
Nomor : 492/Menkes/Per/IV/2010  
Tanggal : 19 April 2010

### PERSYARATAN KUALITAS AIR MINUM

#### I. PARAMETER WAJIB

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter Mikrobiologi		
	1) E.Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0
	2) Total Bakteri Koliform	Jumlah per 100 ml sampel	0
	b. Kimia an-organik		
	1) Arsen	mg/l	0,01
	2) Fluorida	mg/l	1,5
	3) Total Kromium	mg/l	0,05
	4) Kadmium	mg/l	0,003
	5) Nitrit, (Sebagai NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	mg/l	3
	6) Nitrat, (Sebagai NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/l	50
	7) Sianida	mg/l	0,07
	8) Selenium	mg/l	0,01
2	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
	a. Parameter Fisik		
	1) Bau		Tidak berbau
	2) Warna	TCU	15
	3) Total zat padat terlarut (TDS)	mg/l	500
	4) Kekeruhan	NTU	5
	5) Rasa		Tidak berasa
	6) Suhu	°C	suhu udara ± 3
	b. Parameter Kimiawi		
	1) Aluminium	mg/l	0,2
	2) Besi	mg/l	0,3
	3) Kepadatan	mg/l	500
	4) Klorida	mg/l	250
	5) Mangan	mg/l	0,4
	6) pH		6,5-8,5

**LAMPIRAN 9**

**SNI AIR DAN – BAGIAN 16 ; CARA UJI KADMIUM (Cd) SECARA  
SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM (SSA) - NYALA**



# SNI

Standar Nasional Indonesia

---

SNI 6989.16:2009

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di website dan tidak untuk dikomersialkan"



## Air dan air limbah – Bagian 16: Cara uji kadmium (Cd) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – nyala

ICS 13.060.50

Badan Standardisasi Nasional



## Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata .....	ii
1 Ruang lingkup .....	1
2 Istilah dan definisi.....	1
3 Cara uji.....	2
4 Pengendalian mutu .....	5
5 Rekomendasi .....	5
Lampiran A (normatif) Pelaporan.....	6
Lampiran B (informatif) Pemakaian asam lain bersama dengan asam nitrat untuk persiapan contoh uji .....	7
Bibliografi.....	8
Tabel B.1 – Pemakaian asam lain bersama dengan asam nitrat untuk persiapan contoh uji .....	7

## Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) ini merupakan hasil revisi dari SNI 06-6989.16-2004, *Air dan air limbah – Bagian 16: Cara uji kadmium (Cd) dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – nyala*. SNI ini menggunakan referensi dari metode standar internasional yaitu *Standard Methods for the Examination Of Water and Wastewater 21 th Edition*, editor *L.S.Glesceri, A.E.Greenberg, A.D.Eaton, APHA, AWWA and WPCF, Washington DC (2005)*. SNI ini telah melalui uji coba di laboratorium pengujian dalam rangka validasi dan verifikasi metode serta di konsensuskan oleh Subpanitia Teknis 13-03-S1, *Kualitas Air* dari Panitia Teknis 13-03, *Kualitas Lingkungan dan Manajemen Lingkungan* dengan para stakeholder terkait.

SNI ini telah disepakati dan disetujui dalam rapat konsensus dengan peserta rapat yang mewakili produsen, konsumen, pakar, dan pemerintah terkait pada tanggal 11 September 2007 di Serpong dan telah melalui konsensus nasional Jajak Pendapat pada tanggal 11 Juni 2008 sampai dengan 11 Agustus 2008.

Dengan dirumuskannya SNI ini, maka penerapan SNI 06-6989.16-2004, dinyatakan tidak berlaku lagi. Pemakai SNI agar dapat meneliti validasi SNI yang terkait dengan metode ini, sehingga dapat selalu menggunakan SNI edisi terakhir.



## Air dan air limbah – Bagian 16: Cara uji kadmium (Cd) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – nyala

### 1 Ruang lingkup

Metode ini digunakan untuk penentuan logam kadmium (Cd) total dan terlarut dalam air dan air limbah secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala pada kisaran kadar Cd 0,05 mg/L sampai dengan 2 mg/L dengan panjang gelombang 228,8 nm.

### 2 Istilah dan definisi

#### 2.1

##### air bebas mineral

air yang diperoleh dengan cara penyulingan ataupun proses demineralisasi sehingga diperoleh air dengan konduktivitas lebih kecil dari 2  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

#### 2.2

##### *blind sample*

larutan dengan kadar analit tertentu yang diperlakukan seperti contoh uji.

#### 2.3

##### kadmium terlarut

kadmium dalam air yang dapat lolos melalui saringan membran berpori 0,45  $\mu\text{m}$ .

#### 2.4

##### kadmium total

kadmium yang terlarut dan tersuspensi dalam air setelah dilakukan proses pemanasan dengan asam kuat.

#### 2.5

##### kurva kalibrasi

kurva yang menyatakan hubungan kadar larutan kerja dengan hasil pembacaan serapan yang merupakan garis lurus.

#### 2.6

##### larutan induk kadmium

larutan yang mempunyai kadar logam kadmium 100 mg Cd/L yang digunakan untuk membuat larutan baku dengan kadar yang lebih rendah.

#### 2.7

##### larutan baku logam kadmium (Cd)

larutan induk logam kadmium yang diencerkan dengan air bebas mineral sampai kadar tertentu.

#### 2.8

##### larutan kerja logam kadmium (Cd)

larutan baku logam kadmium yang diencerkan, digunakan untuk membuat kurva kalibrasi.

#### 2.9

##### larutan blanko

air bebas mineral yang diasamkan atau perlakuannya sama dengan contoh uji.

**2.10**

**larutan pengencer**

larutan yang digunakan untuk mengencerkan larutan kerja, yang dibuat dengan cara menambahkan asam nitrat pekat ke dalam air bebas mineral hingga  $\text{pH} \leq 2$ .

**2.11**

**larutan pencuci**

larutan yang digunakan untuk mencuci semua peralatan gelas dan plastik.

**2.12**

**matrix modifier**

bahan yang digunakan untuk mengurangi gangguan matriks contoh uji.

**2.13**

**spike matrix**

contoh uji yang diperkaya dengan larutan baku dengan kadar tertentu

**3 Cara uji**

**3.1 Prinsip**

Analit logam kadmium dalam nyala udara-asetilen diubah menjadi bentuk atomnya, menyerap energi radiasi elektromagnetik yang berasal dari lampu katoda dan besarnya serapan berbanding lurus dengan kadar analit.

**3.2 Bahan**

- a) Air bebas mineral.
- b) Asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) pekat p.a.
- c) Logam kadmium (Cd) dengan kemurnian minimum 99,5 %.
- d) Gas asetilen ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ) HP dengan tekanan minimum 100 psi.
- e) Larutan pengencer  $\text{HNO}_3$  0,05 M.  
Larutkan 3,5 mL  $\text{HNO}_3$  pekat ke dalam 1000 mL air bebas mineral dalam gelas piala.
- f) Larutan pencuci  $\text{HNO}_3$  5% (v/v).  
Tambahkan 50 mL asam nitrat pekat ke dalam 800 mL air bebas mineral ke dalam gelas piala 1000 mL, lalu tambahkan air bebas mineral hingga 1000 mL dan homogenkan.
- g) Udara tekan HP atau udara tekan dari kompresor.

**3.3 Peralatan**

- a) Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)-nyala.
- b) Lampu katoda berongga (*Hollow Cathode Lamp/HCL*) kadmium.
- c) Gelas piala 100 mL dan 250 mL.
- d) Pipet volumetrik 10,0 mL dan 50,0 mL.
- e) Labu ukur 50,0 mL; 100,0 mL; dan 1000,0 mL.
- f) *Erlenmeyer* 100 mL.
- g) Corong gelas.
- h) Kaca arloji.
- i) Pemanas listrik.
- j) Seperangkat alat saring vakum.
- k) Saringan membran dengan ukuran pori 0,45  $\mu\text{m}$ .
- l) Timbangan analitik dengan ketelitian 0,0001 g.
- m) Labu semprot.

### 3.4 Pengawetan contoh uji

Bila contoh uji tidak dapat segera diuji, maka contoh uji diawetkan sesuai petunjuk di bawah ini:

Wadah	:	Botol plastik ( <i>polyethylene</i> ) atau botol gelas
Pengawet	:	a) Untuk logam terlarut, saring dengan saringan membran berpori 0,45 $\mu\text{m}$ dan diasamkan dengan $\text{HNO}_3$ hingga $\text{pH} < 2$ b) Untuk logam total, asamkan dengan $\text{HNO}_3$ hingga $\text{pH} < 2$
Lama Penyimpanan	:	6 bulan
Kondisi Penyimpanan	:	Suhu ruang

### 3.5 Persiapan pengujian

#### 3.5.1 Persiapan contoh uji kadmium terlarut

Siapkan contoh uji yang telah disaring dengan saringan membran berpori 0,45  $\mu\text{m}$  dan diawetkan. Contoh uji siap diukur.

#### 3.5.2 Persiapan contoh uji kadmium total

Siapkan contoh uji untuk pengujian kadmium total, dengan tahapan sebagai berikut:

- Homogenkan contoh uji, pipet 50,0 mL contoh uji dan masukkan ke dalam gelas piala 100 mL atau *Erlenmeyer* 100 mL.
- Tambahkan 5 mL  $\text{HNO}_3$  pekat, bila menggunakan gelas piala, tutup dengan kaca arloji dan bila dengan *Erlenmeyer* gunakan corong sebagai penutup.
- Panaskan perlahan-lahan sampai sisa volumenya 15 mL sampai dengan 20 mL.
- Jika destruksi belum sempurna (tidak jernih), maka tambahkan lagi 5 mL  $\text{HNO}_3$  pekat, kemudian tutup gelas piala dengan kaca arloji atau tutup *Erlenmeyer* dengan corong dan panaskan lagi (tidak mendidih). Lakukan proses ini secara berulang sampai semua logam larut, yang terlihat dari warna endapan dalam contoh uji menjadi agak putih atau contoh uji menjadi jernih.

**CATATAN** Jika destruksi tidak sempurna, lihat Lampiran B.

- Bilas kaca arloji dan masukkan air bilasannya ke dalam gelas piala.
- Pindahkan contoh uji ke dalam labu ukur 50,0 mL (saring bila perlu) dan tambahkan air bebas mineral sampai tepat tanda tera dan dihomogenkan.
- Contoh uji siap diukur serapannya.

#### 3.5.3 Pembuatan larutan induk logam kadmium 100 mg Cd/L

- Timbang  $\pm 0,100$  g logam kadmium, masukkan ke dalam labu ukur 1000,0 mL. Tambahkan 4 mL  $\text{HNO}_3$  pekat sampai larut ( $\approx 100$  mg Cd/L).
- Tambahkan 8 mL  $\text{HNO}_3$  pekat dan air bebas mineral hingga tepat tanda tera dan homogenkan.
- Hitung kadar kadmium berdasarkan hasil penimbangan.

**CATATAN** Larutan ini dapat dibuat dari larutan standar 1000 mg Cd/L siap pakai.

SNI 6989.16:2009

#### 3.5.4 Pembuatan larutan baku logam kadmium 10 mg Cd/L

- Pipet 10,0 mL larutan induk 100 mg Cd/L, masukkan ke dalam labu ukur 100,0 mL.
- Tepatan dengan larutan pengencer sampai tanda tera dan homogenkan.

#### 3.5.5 Pembuatan larutan kerja logam kadmium (Cd)

Buat deret larutan kerja dengan 1 (satu) blanko dan minimal 3 (tiga) kadar yang berbeda secara proporsional dan berada pada rentang pengukuran.

#### 3.6 Prosedur dan pembuatan kurva kalibrasi

##### 3.6.1 Pembuatan kurva kalibrasi

Kurva kalibrasi dibuat dengan tahapan sebagai berikut:

- Operasikan alat dan optimasikan sesuai dengan petunjuk penggunaan alat untuk pengukuran kadmium.

**CATATAN 1** Salah satu cara optimasi alat dengan uji sensitivitas.

**CATATAN 2** Tambahkan *matrix modifier* dan atau atasi gangguan pengukuran sesuai dengan SSA yang digunakan.

- Aspirasikan larutan blanko ke dalam SSA-nyala kemudian atur serapan hingga nol.
- Aspirasikan larutan kerja satu persatu ke dalam SSA-nyala, lalu ukur serapannya pada panjang gelombang 228,8 nm, kemudian catat.
- Lakukan pembilasan pada selang aspirator dengan larutan pengencer.
- Buat kurva kalibrasi dari data pada butir 3.6.1.c) di atas, dan tentukan persamaan garis lurusnya.
- Jika koefisien korelasi regresi linier ( $r$ )  $< 0,995$ , periksa kondisi alat dan ulangi langkah pada butir 3.6.1 b) sampai dengan c) hingga diperoleh nilai koefisien  $r \geq 0,995$ .

##### 3.6.2 Cara uji

Uji kadar kadmium dengan tahapan sebagai berikut:

- Aspirasikan contoh uji ke dalam SSA-nyala dan ukur serapannya pada panjang gelombang 228,8 nm. Bila diperlukan, lakukan pengenceran.
- Catat hasil pengukuran.

#### 3.7 Perhitungan

Kadar logam kadmium (Cd) dihitung sebagai berikut:

$$Cd \text{ (mg/L)} = C \times fp \quad (1)$$

**Keterangan:**

C adalah kadar yang didapat hasil pengukuran (mg/L).

fp adalah faktor pengenceran.

#### 4 Pengendalian mutu

- Gunakan bahan kimia pro analisis (pa).
- Gunakan alat gelas bebas kontaminasi.
- Gunakan alat ukur yang terkalibrasi.
- Dikerjakan oleh analis yang kompeten.
- Lakukan analisis dalam jangka waktu yang tidak melampaui waktu penyimpanan maksimum.
- Perhitungan koefisien korelasi regresi linier ( $r$ ) lebih besar atau sama dengan 0,995 dengan intersepsi lebih kecil atau sama dengan batas deteksi.
- Lakukan analisis blanko dengan frekuensi 5 % sampai dengan 10 % per *batch* (satu seri pengukuran) atau minimal 1 kali untuk jumlah contoh uji kurang dari 10 sebagai kontrol kontaminasi.
- Lakukan analisis duplo dengan frekuensi 5 % sampai dengan 10 % per satu seri pengukuran atau minimal 1 kali untuk jumlah contoh uji kurang dari 10 sebagai kontrol ketelitian analisis. Jika Perbedaan Persen Relatif (*Relative Percent Difference/RPD*) sama dengan 10 % maka dilakukan pengukuran ketiga.

Persen RPD:

$$\% \text{RPD} = \frac{|\text{hasil pengukuran} - \text{duplikat pengukuran}|}{(\text{hasil pengukuran} + \text{duplikat pengukuran}) / 2} \times 100\% \quad (2)$$

- Lakukan kontrol akurasi dengan *spike matrix* atau salah satu standar kerja dengan frekuensi 5 % - 10 % per satu seri pengukuran atau minimal 1 kali untuk jumlah contoh uji kurang dari 10. Kisaran persen temu balik untuk *spike matrix* adalah 85 % - 115 % dan untuk standar kerja 90 % - 110 %.

Persen temu balik (% *recovery*, %R)

$$\% R = \left( \frac{A - B}{C} \right) \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

- A adalah kadar contoh uji yang diperkaya (*spike*) (mg/L);  
 B adalah kadar contoh uji (mg/L);  
 C adalah kadar standar yang ditambahkan (*target value*) (mg/L).

**CATATAN 1** Volume *spike matrix* yang ditambahkan maksimal 5% dari volume contoh uji.

**CATATAN 2** Hasil akhir kadar contoh uji yang diperkaya (*spike matrix*) berkisar 2 kali kadar contoh uji. Kadar contoh uji yang sudah diperkaya berada pada kisaran rentang pengukuran.

- Standar ini telah melalui uji banding metode dengan peserta 10 laboratorium pada kadar 1 mg Cd/L dengan tingkat presisi (% RSD) 8,90 % dan akurasi (bias metode) 1,25 %.

#### 5 Rekomendasi

- Lakukan analisis *blind sample*.
- Buat *control chart* untuk akurasi dan presisi analisis.



**Lampiran A**  
(normatif)  
**Pelaporan**

Catat pada buku kerja hal-hal sebagai berikut:

- 1) Parameter yang dianalisis.
- 2) Nama analisis.
- 3) Tanggal analisis.
- 4) Rekaman hasil pengukuran duplo, triplo dan seterusnya.
- 5) Rekaman kurva kalibrasi atau kromatografi.
- 6) Nomor contoh uji.
- 7) Tanggal penerimaan contoh uji.
- 8) Rekaman hasil perhitungan.
- 9) Hasil pengukuran persen *spike matrix* atau standar kerja dan CRM atau *blind sample* (bila dilakukan).
- 10) Kadar analit dalam contoh uji.



**Lampiran B**  
(informatif)  
**Pemakaian asam lain bersama dengan asam nitrat untuk persiapan contoh uji**

**Tabel B.1 - Pemakaian asam lain bersama dengan asam nitrat  
untuk persiapan contoh uji**

Asam	Disarankan untuk analisis	Bisa berguna untuk contoh uji	Tidak disarankan untuk analisis
HCl	Ag	Sb, Ru, Sn	Th, Pb
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Ti	-	Ag, Pb, Ba
HClO <sub>4</sub>	-	mengandung bahan organik	-
HF	-	mengandung silika	-



SNI 6989.16:2009

## Bibliografi

*Standard Methods for the Examination of water and wastewater* 21<sup>st</sup> Edition, 2005, Method 3111B.

Komite Akreditasi Nasional, SR 02, *Persyaratan tambahan untuk akreditasi laboratorium pengujian kimia dan biologi*, 2004





**BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN**  
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3-4  
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270  
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : [bsn@bsn.go.id](mailto:bsn@bsn.go.id)