

PEDOMAN

Konstruksi dan Bangunan

Perencanaan instalasi pengolahan air sistem berpindah-pindah (Mobile)



DEPARTEMEN PERMUKIMAN DAN PRASARANA WILAYAH

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Daftar Isi	ii
Pendahuluan	1
1. Ruang Lingkup	1
2. Acuan	1
3. Istilah dan Definisi	1
4. Persyaratan	1
4.1 Umum	1
4.2 Teknis	1
4.2.1. Kriteria Kualitas Air	1
4.2.2. Kriteria Kapasitas	2
4.2.3. Kriteria Unit Operasi	2
4.2.4. Kriteria Perencanaan Pengaduk Cepat	2
4.2.5. Kriteria Perencanaan Pengaduk Lambat.....	2
4.2.6. Kriteria Perencanaan Pengendap	3
4.2.7. Kriteria Perencanaan Penyaring	3
4.2.8. Media Penukar Ion	3
4.2.9. Kriteria Perencanaan Pembubuhan Bahan Kimia	3
4.2.10. Kriteria Perencanaan Pompa.....	5
4.2.11. Kriteria Penyediaan Sumber Daya.....	5
5. Bibliografi	5
 Lampiran :	
Lampiran A Contoh Perhitungan Dosis Koagulan	6
Lampiran B Contoh Perhitungan Dosis Khior	7
Lampiran C Contoh Perhitungan Dimensi untuk Kapasitas 0,5 L/detik	8

Pendahuluan

Tata cara ini dimaksudkan sebagai acuan bagi perencana dan pelaksana dalam pembuatan Instalasi Pengolahan Air bersih sistem Mobile. Hal ini bertujuan untuk memberikan masukan dalam prosedur pelaksanaan pembangunan dengan ukuran dan batasan perencanaan. Dengan demikian diharapkan akan membantu penyediaan air bersih bagi daerah-daerah pelosok dan terpencil, atau kondisi darurat, untuk daerah yang terkena bencana.

Tata Cara Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Bersih Sistem Mobile

1 Ruang Lingkup

Tata cara ini meliputi istilah dan definisi, persyaratan, serta ketentuan yang berlaku untuk Instalasi Pengolahan air bersih dengan Mobil kapasitas minimum 0,5 L/detik yang dapat dipindah-pindah.

2 Acuan Normatif

SNI 19-6774-2002, *Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Penjemihan Air*,

3 Istilah dan Definisi

3.1

Instalasi Pengolahan Air bersih (IPA) Sistem Mobile adalah suatu unit pengolah yang dapat mengolah air melalui proses pencampuran, pengendapan dan penyaringan, serta desinfektan yang berlangsung secara hidrolis, yang merupakan satu kesatuan dan dapat dipindah-pindah. IPA sistem mobile ini berada di atas kendaraan atau dalam kontainer sehingga menghasilkan air bersih.

4 Persyaratan

4.1 Umum

IPA sistem mobile harus mampu mengolah dan menghasilkan air bersih sesuai dengan standar yang berlaku. Air baku yang dioolah pada umumnya berasal dari air permukaan seperti sungai, waduk, danau, serta kolam.

Perencanaan dan produk IPA sistem Mobile harus mendapat pengesahan dari Instansi atau lembaga yang berwenang;

4.2 Teknis

4.2.1 Kriteria Kualitas Air

Air baku yang dapat diolah dengan unit paket Instalasi Pengolahan Air sistem *mobile* harus memenuhi ketentuan baku mutu air baku PR 82/2001 tentang Pengelolaan Kelestarian dan Pengelolaan Pencemaran air.

Air hasil olahan memenuhi ketentuan Kep. Men Kes. RI No. 907/MENKES/SK/VII/2002 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air minum.

4.2.2 Kriteria Kapasitas

Kapasitas unit IPA sistem Mobile, memiliki besaran debit 0,5 – 1,0 Liter/detik. Perhitungan dimensi unit Instalasi dapat dilihat pada lampiran C.

4.2.3 Kriteria Unit Operasi

Unit Operasi IPA sistem Mobile terdiri dari:

- 1) Unit Pembubuhan bahan kimia;
- 2) Unit Pengaduk cepat;
- 3) Unit Pengaduk lambat;
- 4) Unit Pengendapan;
- 5) Unit Penyaringan cepat;
- 6) Ion exchanger (sesuai kebutuhan lapangan)
- 7) Unit pembubuhan desinfektan

4.2.4 Kriteria Perencanaan Pengaduk Cepat

Kriteria perencanaan pengaduk cepat meliputi:

- 1) Tipe Pengaduk cepat : Hidrolis;
- 2) Waktu pengadukan : 1 – 5 detik;
- 3) Nilai Gradien Kecepatan (G) : > 750/detik;
- 4) Kecepatan : 2,5 – 4,0 m/detik.

4.2.5 Kriteria Perencanaan Pengaduk Lambat

Kriteria perencanaan pengaduk lambat meliputi:

- 1) Tipe Pengaduk cepat : Hidrolis;
- 2) Bentuk : Silinder
- 3) Waktu tinggal : 40 – 15 menit;
- 4) Nilai Gradien Kecepatan (G) : 100 – 10 /detik.

4.2.6 Kriteria Perencanaan Pengendapan

Kriteria perencanaan pengendap meliputi:

- 1). Tipe : Konvensional dilengkapi plat settler aliran horisontal dan vertikal
- 2). Beban permukaan : 0,01 – 0,04 cm/detik;
- 3). Waktu tinggal : 0,5 – 3 jam;
- 4). Pengurasan Lumpur : Secara gravitasi.

4.2.7 Kriteria Perencanaan Penyaringan

Kriteria perencanaan penyaringan meliputi:

- 1) Tipe : Saringan cepat dengan media berbutir bertekanan;
- 2) Kecepatan penyaringan : Operasi normal 6 – 11 m/jam;
- 3) Media pasir : tebal 60 – 70 cm;
ES = 0,3 – 0,7 mm;
UC = 1,2 – 1,4

4.2.8 Kriteria Penukar Ion

Anion dan kation, Zeolit, dan lain-lain.

4.2.9 Kriteria Perencanaan Pembubuhan bahan kimia

1) Koagulan

Koagulan harus memenuhi ketentuan berikut:

a. Jenis koagulan yang digunakan:

- (1) Aluminium Sulfat, $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14 (H_2O)$, dibutuhkan dalam bentuk cair konsentrasi sebesar 5 - 10%;
- (2) PAC, Poly Aluminium Chloride $(Al(OH)_3 Cl)_m$, kualitas PAC ditentukan oleh kadar Aluminium Oxide (Al_2O_3) yang terikat sebagai PAC dengan kadar 10-11%.

b. Dosis koagulan ditentukan berdasarkan hasil percobaan jar test terhadap air baku, dengan rumus.

2) Netraisan

Netralisan harus memenuhi ketentuan berikut:

a. berupa bahan alkalin:

- (1) Soda abu (Na_2CO_3), dibubuhkan dalam bentuk larutan, dengan konsentrasi larutan 5 sampai dengan 20%.
- (2) Soda api (NaOH), dibubuhkan dalam bentuk larutan, dengan konsentrasi larutan maksimum 20%.

b. dosis bahan alkalin ditentukan berdasarkan percobaan

c. pembubuhan bahan alkalin secara gravitasi atau pemompaan, dibubuhkan sebelum dan atau sesudah pembubuhan koagulan.

Bak netralisan:

(1) bak dapat menampung larutan selama 8 sampai dengan 24 jam

(2) diperlukan 2 buah bak yaitu: 1 bak pengaduk manual atau mekanis
 1 bak pembubuh

(3) bak harus dilindungi dari pengaruh luar dan tahan terhadap beban alkalin.

3) Desinfektan yang digunakan:

- a) gas klor (Cl_2); kandungan klor aktif minimal 99%;
- b) kaporit atau kalsium hipoklorit, (CaOCl_2) x H_2O kandungan klor aktif 60 – 70%;
- c) sodium hipoklorit (NaOCl), kandungan klor aktif 15%;
- d) ozon O_3
- e) ultra violet

Dosis klor ditentukan berdasarkan DPC yaitu jumlah klor yang dikonsumsi air besarnya tergantung dari kualitas air bersih yang diproduksi serta ditentukan dari sisa klor di instalasi 0,3 – 0,5 mg/L.

Contoh perhitungan seperti pada Lampiran B

4) Cara pembubuhan desinfektan

- a) gas klor disuntikan langsung ke pipa air bersih, pembubuhan gas menggunakan peralatan tertentu yang memenuhi ketentuan yang berlaku;
- b) kaporit atau sodium hipoklorit, dibubuhkan ke pipa air bersih secara gravitasi atau mekanis;
- c) Ozonisasi menggunakan peralatan ozonator

4.2.10 Kriteria Perencanaan Pompa

1) Pompa Air Baku

Kriteria kapasitas pompa air baku harus memenuhi ketentuan berikut:

kapasitas pompa air baku 10 – 20% lebih besar dari kapasitas rencana unit IPA sistem Mobile.

2) Jenis dan Tipe Pompa Air Baku

Pompa air baku harus memenuhi ketentuan berikut:

- a) jenis sentrifugal dan atau submersibel;
- b) tipe non klogging;
- c) total head 30 m harus mempunyai sudu tunggal;
- d) "tumpuan putaran" pompa menggunakan pelumas air.

4.2.11 Kriteria Penyediaan Sumber Daya

Sumber tenaga penggerak *electro motor* serta penerangan digunakan *generating set* dengan kapasitas yang disesuaikan dengan kondisi lapangan. Genset tersebut harus lengkap dengan *synchronizer*, serta sumberdaya solar energi.

5 Bibliografi

Puslitbang Permukiman, 1992, Pengkajian dan Pengembangan Pengolahan Air Bersih dengan Sistem Mobile skala kecil.

Lampiran A
Contoh Perhitungan Dosis Koagulan

1. Jumlah alum padat yang diperlukan per hari

$$Ba = 0,0864 \times Q \times Rs$$

Ba = jumlah alum padat yang diperlukan per hari (kg/hari)

Q = kapasitas pengolahan (L/detik)

Rs = dosis alum (mg/L)

Q = 0,5 L/detik

Rs = 30 mg/L (diperoleh dari hasil jar test)

$$Ba = 0,0864 \times Q \times Rs$$

$$= 1,296 \text{ kg/hari}$$

2. Dosis volumetris dari koagulan larutan

$$Vv = \frac{0,36 \times Q \times Rs}{c \times d}$$

Vv = dosis volumetris (L/jam)

c = konsentrasi larutan (%) → c = 10%

d = berat jenis larutan (kg/L) → d = 1,1 kg/L

$$Vv = \frac{0,36 \times 0,5 \times 30}{0,1 \times 1,1}$$

$$= 49,09 \text{ L/jam}$$

Lampiran B
Contoh perhitungan Dosis Klor

1. Zat yang digunakan: kaporit, kandungan klor aktif 60%
2. Diasumsikan waktu tempuh pelanggan terjauh dari Instalasi Pengolahan Air Bersih sistem mobile: 1 jam, diasumsikan juga kandungan minimum klor di pemakai 0,2 mg/L.
3. Percobaan ke dalam 1 Liter air dibubuhkan 2,5 mg/L kaporit kemudian dilakukan prosedur DPC selama 1 jam setelah itu diukur kandungan sisa klor, misal adalah: 0,5 mg/L Cl₂.

Perhitungan

Pembubuhan kaporit : 2,5 mg CaOCl₂

- sebagai klor aktif = 60% x 2,5 = 1,5 mg/L Cl₂
- sisa chlor (1 jam) = 0,5 mg/L Cl₂
- DPC = 1,0 mg/L Cl₂
- Kandungan sisa klor yang diinginkan = 0,2 mg/L Cl₂ +
- Jumlah chlor yang diperlukan = 1,2 mg/L Cl₂

Maka dosis kaporit Ca(OCl)₂ = $\frac{100}{60} \times 1,2 \text{ mg / l.} = 2,0 \text{ mg/L}$

Lampiran C

Contoh Perhitungan Dimensi untuk Kapasitas 0,5 L/detik

1 Pengaduk cepat

Kriteria: - $G > 750/\text{detik}$

- $td = (1 - 3)$ detik, diambil 1 detik

- $V = (2,5 - 4)$ m/detik, diambil 2,5 m/detik

Type: Hidrolis dengan pengadukan dalam pipa

Perhitungan:

V dalam pipa = 2,5 m/detik

$Q = 0,5$ L/detik = $5 \cdot 10^{-4}$ m³/detik

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{5 \cdot 10^{-4}}{2,5} = 2 \cdot 10^{-4}, \text{ A = Luas bak (m}^2\text{)}$$

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$D = \left[\frac{4A}{\pi} \right]^{1/2} = \left[\frac{4 \cdot 2 \cdot 10^{-4}}{3,14} \right]^{1/2} = 0,01596 \text{ m} = 1,596 \text{ cm} = 1,6 \text{ cm}$$

~~D = 16 mm~~ /

Penyuntikan pada pipa misal dilakukan 2 m sebelum masuk Instalasi

$$H = \left[\frac{Q}{0,2785 \cdot C \cdot D^{2,63}} \right]^{1,25} \cdot L$$

$$H = \left[\frac{5 \cdot 10^{-4}}{0,2785 \cdot 120 \cdot (0,016)^{2,63}} \right]^{1,25} \cdot 2 = 0,35 \text{ mm}$$

$$G = \left[\frac{\rho Q g H}{\mu C} \right]^{1/2} = \left[\frac{g H}{\nu l} \right]^{1/2}, \text{ dimana } \nu = \text{viskositas} = 1,01 \cdot 10^{-6} \text{ (temp } 18^\circ\text{)}$$

$$G = \frac{9,81 \times 0,35}{1,01 \cdot 10^{-6} \cdot 1} = 1844$$

$G = 1844$ L/detik $> 750/\text{detik}$

2 Pengaduk Lambat

Kriteria: - G = 70, 60, 50, 40, 30, 20

- td = 300 det/bak

Type: Hidrolis dengan aliran naik turun pada pengaduk lambat berbentuk tabung

Perhitungan:

Volume/bak = 0,5 L/detik x 300 detik = 150 L = 0,15 m³

Diameter (D) = 0,2 meter, r = 0,1 meter

Volume = $(\pi r^2) t$

$$0,15 = \pi (0,1)^2 t \Rightarrow t = \sqrt{\frac{0,15}{\pi 0,01}} = 2,18 \text{ meter}$$

Tinggi = 2,18 meter

$$G = \left[\frac{gH}{vt} \right]^{1/2}$$

$$H = \frac{G^2 vt}{g}, \text{ dimana } v = 1,01 \cdot 10^{-6} \text{ (temp } 18^\circ)$$

t_d = 300 detik

$$H_1 = \frac{G^2 vt}{g} = \frac{(70)^2 \cdot 1,01 \cdot 10^{-6} \cdot 300}{9,81} = 0,15 \text{ m} = 15 \text{ cm}$$

$$H_2 = \frac{(60)^2 \cdot 1,01 \cdot 10^{-6} \cdot 300}{9,81} = 0,11 \text{ m} = 11 \text{ cm}$$

H₃ = 7,7 cm

H₄ = 4,9 cm

H₅ = 2,8 cm

H₆ = 1,2 cm

3 Bak Pengendap

Kriteria: - So = (0,01-0,03) cm/detik

- $\alpha = 60^\circ$

- Jarak antar pelat 5 cm

- Tinggi tegak = 1,6 m

Type: sedimentasi dengan pelat

Perhitungan:

$$\alpha = 60^\circ, \sin 60^\circ = 0,866, \cos 60^\circ = 0,5, \operatorname{tg} 60^\circ = 1,73$$

$$AC' = AC + \frac{C'B}{\sin \alpha}$$

$$C'B = AA'$$

$$AC = \frac{H}{\sin \alpha} = \frac{160}{0,87} = 183,9 \text{ cm} = 1,84 \text{ m}$$

$$\sin \alpha = \frac{W}{CB} \rightarrow CB = \frac{W}{\sin \alpha} = \frac{2,5}{0,87} = 2,87 \text{ cm}$$

$$\operatorname{Tg} \alpha = \frac{C'B}{CB} \Rightarrow C'B = CB \cdot \operatorname{Tg} \alpha = 2,87 \times 1,84 = 5,28 \text{ cm}$$

$$AC' = \frac{H}{\sin \alpha} + \frac{C'B}{\sin \alpha} = \frac{160}{0,87} + \frac{5,28}{0,87} = 189,977$$

So disain = 0,01 cm/detik

$$C'B = So \cdot T \Rightarrow T = \frac{C'B}{U} = \frac{4,96}{0,01} = 4,96 \text{ detik}$$

$$AC' = So_a T \Rightarrow So_a = \frac{AC'}{T} = \frac{120,64}{4,96} = 0,24 \text{ cm / detik}$$

Slope Beban permukaan = 5%

$$So = \frac{QW}{A(H \cos \alpha + W \cos^2 \alpha)}$$

$$A = \frac{QW}{S_o(H \cos \alpha + W \cos^2 \alpha)}$$

$$A = \frac{5 \cdot 10^3 \cdot 2,5}{0,01 \{ (100 \times 0,5) \} + \{ 2,5 \times (0,5)^2 \}}$$

$$= 24691 \text{ cm}^2 = 2,47 \text{ m}^2 = 2,5 \text{ m}^2$$

Jika panjang : lebar = 2 : 1

$$\text{Lebar bak} = \sqrt{\frac{2,5}{2}} = 1,11 \approx 1,20 \text{ m}$$

$$\text{Panjang bak} = 2 \times 1,20 \text{ m} = 2,40 \text{ m}$$

Kriteria N_{Re} dan N_{fr}

$$R = \frac{W}{2} = \frac{2,5}{2} = 1,25; \mu = 0,94 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2 / \text{detik}$$

$$N_{Re} = \frac{U \alpha \cdot R}{\mu} = \frac{0,24 \times 1,25}{0,94 \times 10^{-2}} = 32 < 500$$

$$N_{fr} = \frac{U \alpha^2}{gR} = \frac{(0,24)^2}{9,81 \times 1,25} = 4,7 \cdot 10^{-3} > 10^{-5}$$

Jumlah pelat:

$Q = 0,5$ Liter/detik

Panjang bak = 1,20

Jarak pelat = 2,5 cm

$Q/\text{pelat} = 120 \times 2,5 \times 0,24 = 72 \text{ cm}^3/\text{detik}$

$$\text{Jumlah pelat} = \frac{Q}{Q/\text{pelat}} + 1$$

$$\frac{5 \cdot 10^{-4}}{72} + 1 = 11 \text{ buah}$$

4 Saringan Pasir Cepat

Kriteria: - V filtrasi = (6 – 11) m/jam

- Cc SS = 15 mg/L

- Cc SS = 0,5 mg/L

- Waktu pencucian (T) = 18 – 24 jam

- Media pasir = - Tebal = 60 cm

- ES = 0,3 – 0,7

- UC = 1,2 – 14

Type: gravity filter (non self back washing)

Perhitungan:

$$\text{Jumlah filter} = n = 12 \sqrt{Q}$$

$$= 12 \sqrt{5 \cdot 10^{-4}} = 0,268$$

$$V = \frac{Q}{A} \Rightarrow V = 9 \text{ m/jam}$$

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{5 \cdot 10^{-4}}{9} \times 3600 = 0,2 m^2$$

$$P = 2L \Rightarrow A = 2L^2$$

$$\text{Lebar filter} = \sqrt{\frac{0,2}{2}} = 316 mm = 31,6 \text{ cm}$$

Tinggi / Panjang filter 0,9 meter ~ 1meter