

DESAIN SARINGAN PASIR LAMBAT PADA INSTALASI PENGOLAHAN AIR BERSIH (IPAB) KOLHUA KOTA KUPANG

Sudiyo utomo¹
Tri. M. W. Sir²
Albert Sonbay³

ABSTRACT

Kolhua IPAB is a means of channeling water to the people and surrounding villages Kolhua, however IPAB has a major problem is turbidity. Slow sand filtration (SPL) is a technique used to improve water quality. Runoff and water quality modeling is obtained by making use of PVC pipe 6 ". Flow rate shall be in accordance with SNI 03.3981.2008 and the resulting water quality after filtration should be below the standard of Minister Regulation. 492 in 2010.

Based on the results of research with the discharge of springs Kolhua 0.015 m³/second, SPL design thickness of 60 cm of sand obtained by the speed of 0.22 m/h at head 0.15 m and capacity area of the tub filtering is 245 m² with dimensions of 11 x 22 m, to the thickness of the sand 80 cm is obtained velocity 0.32 m/h at head 0.25 m and capacity area of the tub filtering is 169 m² with dimensions of 10 x 20 m, to a thickness of 100 cm of sand obtained by the speed of 0.33 m/h at head 0.30 m and capacity area of the tub filtering is 164 m² with dimensions of 9 x 18m.

Keyword : Slow Sand Filtration, head, Water Treatment Plant

ABSTRAK

IPAB Kolhua adalah sarana penyalur air bersih bagi masyarakat kelurahan Kolhua dan sekitarnya, Namun IPAB ini mempunyai masalah utama yaitu kekeruhan. Saringan Pasir Lambat (SPL) merupakan teknik yang digunakan untuk meningkatkan kualitas air. Kecepatan aliran dan kualitas air diperoleh dengan cara membuat pemodelan menggunakan pipa PVC 6". Kecepatan aliran harus sesuai SNI 03.3981.2008 dan kualitas air yang dihasilkan setelah penyaringan harus dibawah standar PERMENKES No. 492 Tahun 2010.

Berdasarkan hasil penelitian dengan debit mata air Kolhua sebesar 0,015 m³/detik, desain SPL ketebalan pasir 60 cm diperoleh kecepatan 0,22 m/jam pada head 0,15 m dan luasan bak penyaringan 245 m² dengan dimensi 11x22 m, untuk ketebalan pasir 80 cm diperoleh kecepatan 0,32 m/jam pada head 0,25m dan luasan bak penyaringan 169 m² dengan dimensi 10x20 m, untuk ketebalan pasir 100 cm diperoleh kecepatan 0,33 m/jam pada head 0,30 m dan luasan bak penyaringan 164 m². dengan dimensi 9x18 m.

Kata Kunci : Saringan Pasir Lambat, Head, IPAB

^{1,2)}Dosen Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana

³⁾Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana

PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang diperlukan untuk kebutuhan hidup orang banyak bahkan untuk semua makhluk hidup, oleh karena itu pemenuhan kebutuhan air bersih bagi permukiman menjadi salah satu persyaratan. Upaya untuk pemenuhan kebutuhan pengembangan air bersih harus dilakukan dengan baik sehingga tidak saja dapat memenuhi kebutuhan dalam jangka waktu yang lama, namun juga dapat menjaga kelestarian keberadaannya. Sumber air yang dapat dipergunakan untuk memenuhi kebutuhan air bersih bagi permukiman penduduk dapat berasal dari berbagai sumber antara lain adalah air permukaan, air sungai, air rawa/danau, air tanah dangkal, air tanah dalam, dan mata air.

Instalasi Pengolahan Air Bersih (IPAB) Kolhua adalah infrastruktur untuk memenuhi kebutuhan air bersih bagi masyarakat di kompleks Perumahan Lopo Indah Permai Kolhua dan sekitarnya. Namun pada IPAB Kolhua ini mempunyai masalah utama yaitu kekeruhan (*turbidity*) pada musim hujan. Oleh karena itu, pada IPAB ini diperlukan suatu sistem penyaringan air yang sederhana namun efektif untuk meningkatkan kualitas air. Saringan Pasir Lambat (*Slow Sand Filtration*) merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk meningkatkan kualitas air. Saringan pasir lambat menggunakan butiran pasir yang sangat kecil sebagai media filter.

TINJAUAN PUSTAKA

Kekeruhan.

Kekeruhan adalah jumlah dari butir-butir zat yang tergenang dalam air. Kekeruhan mengukur hasil penyebaran sinar dari butir-butir zat tergenang. Makin tinggi kekuatan dari sinar yang terbesar, makin tinggi kekeruhannya. Bahan yang menyebabkan air menjadi keruh termasuk tanah liat, endapan (lumpur) zat organik dan bukan organik yang terbagi dalam butir-butir halus. Campuran warna organik yang bisa dilarutkan plankton jasad renik (mahluk hidup yang sangat kecil).

Satuan kekeruhan yang diukur dengan menggunakan metode *Nephelometric* adalah NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*). Satuan JTU dan NTU sebenarnya tidak dapat saling mengkonversi, akan tetapi Sawyer dan MC Carty (1978) mengemukakan bahwa 40 NTU setara dengan 40 JTU.

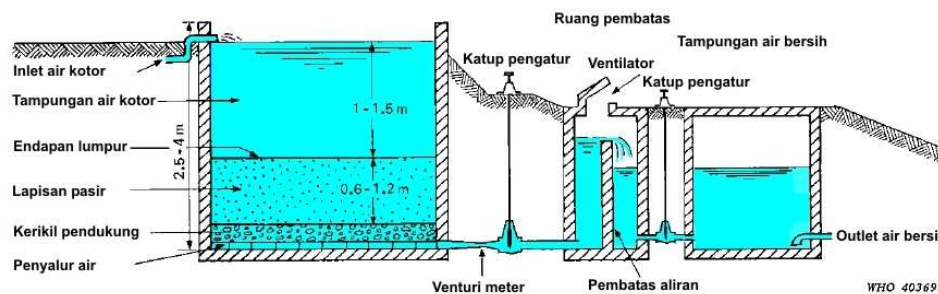
^{1,2)}Dosen Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana

³⁾Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana

Saringan Pasir Lambat

Saringan pasir lambat adalah bak saringan yang menggunakan pasir sebagai media filter dengan ukuran butiran sangat kecil, Namun mempunyai kandungan kuarsa yang tinggi. Proses penyaringan berlangsung secara gravitasi, sangat lambat, dan simultan pada seluruh permukaan media.

Pasir media yang baru pertama kali dipasang dalam bak saringan memerlukan masa operasi penyaringan awal secara normal dan terus menerus. Tujuan operasi awal adalah untuk mematangkan media pasir penyaring dan membentuk lapisan kulit saringan (*schmutsdecke*), yang kelak akan berfungsi sebagai tempat berlangsungnya proses biokimia dan proses biologis. Selama proses pematangan, kualitas filtrat atau air hasil olahan dari saringan pasir lambat, biasanya belum memenuhi persyaratan air minum.



Gambar 2.1 Desain Saringan Pasir Lambat Standar WHO

Ketinggian air kotor di bak penyaring biasanya berkisar 1 – 1.5 meter, dan ketebalan lapisan pasir berkisar 0.6 – 1.2 meter. Ketebalan dan ketinggian air ini bervariasi dan disesuaikan dengan kondisi sumber air, ukuran butir pasir, keseragaman ukuran butir dan tekanan yang dibutuhkan untuk menghasilkan kecepatan aliran air melewati saringan pasir lambat. Jika dibutuhkan penyaringan yang lebih baik, maka tebal pasir makin tebal dan karena makin tebal maka aliran air akan semakin lambat dan membutuhkan tekanan yang makin tinggi sehingga ketinggian air di atas saringan juga harus semakin tinggi.

Permeabilitas

Permeabilitas didefinisikan sebagai sifat bahan berpori yang memungkinkan aliran rembesan dari cairan yang berupa air atau minyak mengalir lewat rongga pori.

^{1,2)}Dosen Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana

³⁾Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana

Pori-pori tanah saling berhubungan antara satu dengan yang lainnya sehingga air dapat mengalir dari titik tinggi energi ke titik dengan energi lebih rendah. (Hardyatmo, 2003). Besarnya angka permeabilitas ditentukan oleh porositas efektif. Permeabilitas tanah tergantung pada tekstur dan struktur tanah, dimana kedua hal ini tergantung pada banyaknya pori-pori tanah, ukuran siser tanah dan liku aliran dan kelembaban dari aliran air di dalamnya. Permeabilitas tanah akan mengontrol seberapa cepat air dapat berinfiltrasi ke dalam tanah yang akan menyebabkan terjadinya limpasan dan erosi.

Untuk mengukur kecepatan aliran air yang melalui suatu rongga pori dipakai persamaan Darcy, yang meninjau hubungan antara kecepatan dengan gradien hidraulik. Diberikan dengan persamaan sebagai berikut (Hadyatmo, 2006):

$$v = i \cdot k$$

$$Q = i \cdot k \cdot A$$

Di mana: v = kecepatan aliran (cm/dtk)

i = gradien hidraulik

k = koefisien permeabilitas (cm/dtk)

Q = debit rembesan (m^3/dtk)

A = luas penampang yang dialiri (m^2)

METODE PENELITIAN

Langkah – langkah dalam melakukan penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Melakukan analisa butiran pasir dengan menggunakan ayakan No. 3/8, 4, 10, 20, 40, 50, 60, 70, 120, 200.
2. Menghitung nilai ES (P_{10}) dan C_u , di mana nilai ES yang diperoleh harus berada di antara 0,2 – 0,4 mm dan nilai C_u berada pada 2 – 3.
3. Melakukan pengujian permeabilitas untuk mendapatkan nilai koefisien permeabilitas (k).
4. Melakukan pengujian berat jenis pasir.
5. Melakukan pengujian untuk mendapatkan kecepatan dengan pemodelan sesuai Gambar 3.1.
6. Menghitung luasan bak saringan pasir lambat dan menentukan dimensi bak.

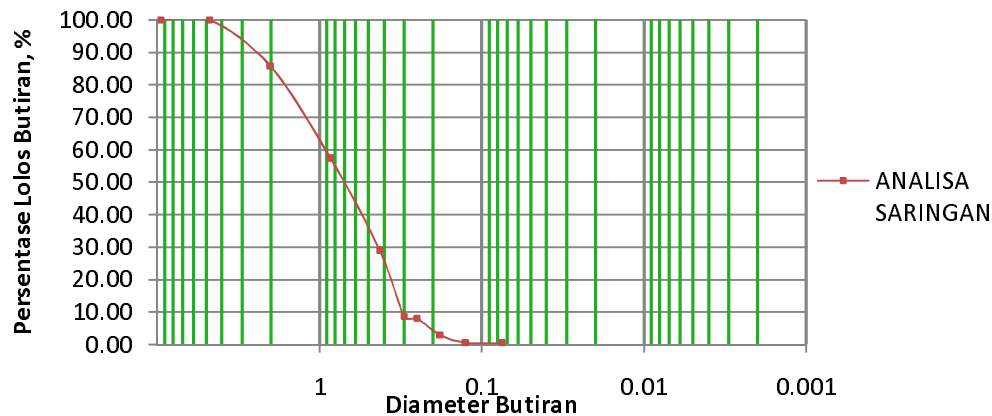
^{1,2)}Dosen Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana

³⁾Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Butiran Pasir.

Sebagai proses awal dilakukan pengayakan pasir untuk mendapatkan nilai ES dan C_u yang sesuai SNI 03-3981-2008. Proses pengayakan pasir dilakukan pada Laboratorium Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana dengan menggunakan ayakan No. 3/8, 4, 10, 20, 40, 50, 60, 70, 120, 200.



Gambar 4.1 Grafik analisa butiran pasir

Dari gambar 4.1 dapat dihitung nilai P_{10} dan P_{60} untuk mencari nilai ES dan C_u . berikut adalah perhitungan nilai ES dan C_u .

$$P_{10} = 0,3 \text{ mm}$$

$$P_{60} = 0,9 \text{ mm}$$

$$ES = P_{10} = 0,3 \text{ (syarat SNI 03-3981-2008 adalah } 0,2 - 0,4 \text{ mm)}$$

$$C_u = \frac{P_{60}}{P_{10}}$$

$$C_u = \frac{0,9}{0,3}$$

$$C_u = 3 \text{ (Syarat SNI 03-3981-2008 adalah } 2- 3 \text{)}$$

Permeabilitas.

Hasil pengujian permeabilitas terhadap pasir yang akan digunakan sebagai media filter pada saringan pasir lambat sebagai berikut :

Diameter Tabung : 6,35 cm

Berat Sampel : 464 gr

^{1,2)}Dosen Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana

³⁾Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana

Tinggi Sampel : 9 cm
 Δt : 11,3 detik
 Δv : 66 ml
 Δh : 38,3 cm
 A : 31,682 cm²

$$k = \frac{\Delta v \cdot L}{\Delta t \cdot \Delta h \cdot A}$$

$$k = \frac{66 \cdot 9}{11,3 \cdot 38,3 \cdot 31,682}$$

$$k = 0,4 \text{ mm/dtk}$$

Dari hasil perhitungan di atas maka diperoleh hasil material yang digunakan pada percobaan saringan pasir lambat yang mengambil sumber air dari mata air Kolhua digolongkan pada Kerikil Halus, butiran kasar bercampur pasir butiran sedang yang mempunyai nilai koefisien permeabilitas 10⁻² sampai 10 mm/dtk .

Pengujian Kecepatan.

Hasil pengukuran kecepatan pada saringan pasir lambat variasi ketebalan 0,6 m, 0,8 m, dan 1 m dengan 3 kali bacaan dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Pengukuran kecepatan pada Ketebalan pasir 0.6, 0.8 dan 1 m

| No | Ketebalan Pasir (m) | Volume Air yang ditampung (ml) | Head (m) | Waktu (detik) | Kecepatan (m/jam) | Kecepatan rata - rata (m/jam) |
|----|---------------------|--------------------------------|----------|---------------|-------------------|-------------------------------|
| 1 | 0.6 | 350 | 0.15 | 494.82 | 0.13 | 0.22 |
| 2 | 0.6 | 350 | 0.15 | 274.68 | 0.23 | |
| 3 | 0.6 | 350 | 0.15 | 221.85 | 0.29 | |
| 4 | 0.8 | 350 | 0.25 | 215.54 | 0.29 | 0.32 |
| 5 | 0.8 | 350 | 0.25 | 198.32 | 0.32 | |
| 6 | 0.8 | 350 | 0.25 | 182.35 | 0.35 | |
| 7 | 1.0 | 350 | 0.30 | 205.14 | 0.31 | 0.33 |
| 8 | 1.0 | 350 | 0.30 | 188.25 | 0.34 | |
| 9 | 1.0 | 350 | 0.30 | 179.32 | 0.35 | |

^{1,2)}Dosen Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana

³⁾Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana

Head diperoleh dengan cara “*trial and error*” sampai mendapatkan hasil yang sesuai dengan ketentuan SNI 03-3981-2008. Dapat disimpulkan bahwa kecepatan aliran sangat ditentukan oleh *head*, semakin besar *head* maka semakin besar pula kecepatan yang dihasilkan.

Berikut adalah hasil laboratorium untuk pengujian kekeruhan pada sampel S1, S2, S3, dan S4 dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kekeruhan di Laboratorium

| No | Sampel | Kekeruhan (NTU) | Syarat Permenkes (NTU) | Keterangan |
|----|--------|-----------------|------------------------|-------------|
| 1 | S1 | 20,5 | 5,0 | Tidak Layak |
| 2 | S2 | 1,5 | 5,0 | Layak |
| 3 | S3 | 0,8 | 5,0 | Layak |
| 4 | S4 | 0,2 | 5,0 | Layak |

Luasan Bak Saringan Pasir Lambat.

Berdasarkan data debit mata air Kolhu sebesar 0,015 m³/dtk pada musim hujan maka dapat dihitung luasan bak saringan pasir lambat.

Luasan bak saringan pasir lambat ditentukan oleh besarnya debit rencana dan kecepatan aliran (SNI 03-3981-2008).

1. Perhitungan Luasan Bak Saringan Pasir Lambat Dengan Ketebalan Pasir 0,6 m.

$$Q_r = 0,015 \text{ m}^3/\text{dtk.}$$

$$V_{60} = 0,22 \text{ m/jam.}$$

$$= 0,0000611 \text{ m/dtk.}$$

$$\begin{aligned} A_{60} &= \frac{Q_r}{V_{60}} \\ &= \frac{0,015}{0,0000611} \\ &= 245 \text{ m}^2. \end{aligned}$$

Dengan demikian dimensi bak adalah sebagai berikut :

$$A = P \times L.$$

^{1,2)}Dosen Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana

³⁾Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana

$$P : L = 2 : 1.$$

$$P = 2L.$$

$$A = 2L^2.$$

$$L = \sqrt{\frac{1}{2}A}$$

$$L = \sqrt{\frac{1}{2}245}$$

$$L = 11 \text{ m.}$$

$$P = 2 \times 11 \text{ m.}$$

$$P = 22 \text{ m.}$$

Jadi, dimensi bak saringan pasir lambat dengan ketebalan pasir 60 cm adalah 11 x 22 m.

Rekapitulasi perhitungan luasan bak saringan pasir lambat di atas dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Rekapitulasi perhitungan luasan bak saringan pasir lambat.

| No | Ketebalan Pasir (m) | Kecepatan (m/jam) | Luasan Bak (m ²) | Dimensi Bak (m) |
|----|---------------------|-------------------|------------------------------|-----------------|
| 1 | 0.60 | 0.22 | 245 | 11 x 22 |
| 2 | 0.80 | 0.32 | 169 | 10 x 20 |
| 3 | 1.00 | 0.33 | 164 | 9 x 18 |

Berdasarkan hasil perhitungan di atas dapat diambil kesimpulan bahwa luasan bak saringan pasir lambat sangat ditentukan oleh kecepatan dan kecepatan sangat ditentukan oleh Δh .

KESIMPULAN

Berdasarkan tujuan penelitian, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kadar kekeruhan air adalah sebagai berikut :
 - a) Mata air Kolhua sebesar 20,5 NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*).
 - b) Penyaringan dengan ketebalan pasir 60 cm adalah sebesar 1,5 NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*).

^{1,2)}Dosen Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana

³⁾Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana

- c) Penyaringan dengan ketebalan pasir 80 cm adalah sebesar 0,8 NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*).
 - d) Penyaringan dengan ketebalan pasir 100 cm adalah sebesar 0,2 NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*).
2. Dimensi bak saringan pasir lambat dengan variasi ketebalan 60 cm, 80 cm, dan 100 cm adalah sebagai berikut :
- a) Luasan bak saringan pasir lambat dengan ketebalan pasir 60 cm adalah 245 m² dengan dimensi bak 11 x 22 m.
 - b) Luasan bak saringan pasir lambat dengan ketebalan pasir 80 cm adalah 169 m² dengan dimensi bak 10 x 20 m.
 - c) Luasan bak saringan pasir lambat dengan ketebalan pasir 100 cm adalah 164 m² dengan dimensi bak 9 x 18 m.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, Peraturan Menteri Kesehatan Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 Tentang persyaratan air bersih, diakses http://web.ipb.ac.id/~tml_atsp/ tanggal 2 Mei 2012.
- Dio.R. 2009, *Desain Saringan Pasir Lambat Pada Embung Yang Memperhatikan Kualitas dan Kuantitas Air Bersih*. Universitas Nusa Cendana, Kupang.
- Hardiyatmo H.C, 2003. *Mekanika Tanah I* , penerbit Gramedia Pustaka Utama Jakarta.
- Sasongko Dj, 1995. *Teknik Sumber Daya Air*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- SNI 03-3981-2008, *Perencanaan Instalasi Saringan Pasir Lambat*.
- SNI 03-3982-1992, *Tata Cara Perawatan Instalasi Saringan Pasir Lambat*.
- Triatmodjo, B.1993, *Hidrolika 1 dan 2*. Beta Offset, Yogyakarta.

^{1,2)}Dosen Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana

³⁾Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana