

Pembuatan Instalasi Air Bersih untuk Daerah Banjir dengan Air Banjir sebagai Air Baku

Dan Mugisidi¹⁾&Oktarina Heriyani²⁾

^{1,2)}Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA

Jl. Tanah Merdeka no. 6 Rambutan Ciracas Jakarta Timur DKI Jakarta 13830

Telp. +62-21- 87782739 Fax. +62-21-87782739

Abstrak

Banjir merupakan fenomena alam yang sangat sulit dihindari. Kerjasama yang sempurna antara pengrusakan alam dan pemanasan global membuat bencana banjir semakin sering terjadi Untuk menghindari terjadinya kekurangan air bersih dan air minum maka air banjir akan diolah agar dapat menjadi air bersih dan air lebih jauh lagi sebagai air minum. Penelitian ini bertujuan untuk membuat instalasi air minum yang akan menggunakan air banjir sebagai air bakunya tanpa menggunakan energi listrik yang berasal dari PLN ataupun dari generator pembangkit listrik. Selain itu teknik penyaringan akan memanfaatkan kapilaritas. Penelitian ini bertujuan untuk membuat prototipe instalasi pengolahan air bersih dengan menggunakan air banjir sebagai air baku.

Kata kunci: air bersih, air banjir, instalasi, air baku

1 PENDAHULUAN

Banjir merupakan fenomena alam yang sangat sulit dihindari. Kerjasama yang sempurna antara pengrusakan alam dan pemanasan global membuat bencana banjir semakin sering terjadi. Pada saat terjadi bencana banjir, masyarakat akan mengalami kesulitan untuk mendapatkan air bersih, energy listrik, bahan makanan, berbagai kebutuhan primer dan kebutuhan yang terpenting adalah air minum. Air minum biasanya diperoleh dari air tanah yang telah dimasak, air keran yang disaring dan air dalam kemasan. Pada saat banjir, air tanah yang di sedot dengan menggunakan pompa akan terkontaminasi dengan air banjir. Apabila perusahaan air minum dapat berfungsi maka air masih dapat diperoleh dengan relatif mudah. Tetapi bila PAM juga mengalami gangguan atau tidak terdapat jalur pipa air minum, maka air minum dapat menjadi masalah yang serius.

Untuk menghindari terjadinya kekurangan air bersih dan air minum maka air banjir akan diolah

agar dapat menjadi air bersih dan air lebih jauh lagi sebagai air minum. Penelitian ini akan melakukan karakterisasi air banjir pada beberapa lingkungan yang berbeda air banjir diperkotaan, kawasan industry dan kawasan pedesaan dibandingkan dengan standar air minum. Selain mengetahui kandungannya, maka perlu juga memikirkan bagaimana cara memisahkannya dari air yang akan dikonsumsi. Selain masalah banjirnya, biasanya pada kondisi ini aliran listrik juga akan terganggu sehingga perlu dipikirkan cara pengolahan yang tidak menggunakan tenaga listrik. Oleh karena itu pada penelitian ini akan dilakukan beberapa teknik penjernihan air yang tidak menggunakan tenaga listrik baik dari genset maupun PLN.

Untuk menghindari terjadinya kekurangan air bersih dan air minum maka air banjir akan diolah agar dapat menjadi air bersih dan air lebih jauh lagi sebagai air minum. Perbedaan dengan penelitian dan pembuatan alat sejenis lainnya adalah alat ini tidak menggunakan energi listrik baik dari PLN ataupun Genset. Selain itu proses

pemisahaan akan memanfaatkan kapilaritas. Alat ini direncanakan akan berfungsi pada laju aliran 5 liter/menit. Keluaran alat ini diharapkan sudah dapat memenuhi standar air minum sesuai keputusan menteri kesehatan RI nomor 907/MENKES/SK/VII/2002 [1].

Romulo E. Colindres dan rekan [2] melakukan penelitian mengenai pemanfaatan pemurni air dengan merek dagang PUR pada banjir yang melanda Gonaïves, Haiti pada tahun 2004. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa air yang diolah dengan menggunakan PUR memiliki tampilan, rasa dan bau yang lebih baik dari pada yang tidak diolah menggunakan PUR.

Tim peneliti pada pusat penelitian fisika yang diketuai oleh Ir. Nanik Indayaningsih M. Eng [3] telah berhasil mengembangkan alat yang memungkinkan air banjir diubah menjadi air minum. Alat ini mampu menghasilkan 20 liter air bersih per menit dan 10 liter air minum per menit. Sistem pengolahan air bersih dan air minum LIPI dirancang agar mudah dibawa kemana-mana dan dapat dioperasikan tanpa sumber listrik dari PLN. Sumber energi diperoleh lewat pengoperasian genset. Proses penyaringan air bermula dari sistem prefilter. Dalam sistem tersebut, dibagi dalam 3 tahap yaitu cyclone filter, filter media, dan sedimen cartridge filter. Dalam tahap cyclone filter, air kotor yang masuk akan tersaring berbagai kotoran air seperti lumpur, pasir, besi, dan logam berat. Kekeruhan dikurangi sampai 50 persen. Sedangkan filter media, yang di dalamnya terdapat 3 tabung filter yang masing-masing berisi pasir silika, pasir mangan, karbon aktif, dan cation exchange resin berfungsi untuk menghilangkan bau, keruh, dan kesadahan (rasa sepat) pada air. Di tahap sedimen cartridge filter, air akan menyaring berbagai kuman seperti protozoa, virus, dan bakteri yang tidak kasat mata. Air kemudian masuk pada tahap ultrafiltration untuk menyaring berbagai jenis virus dan bakteri yang bentuknya lebih kecil lagi yang belum tersaring akan terfilterisasi pada

tahap tersebut. Air lalu masuk ke filter Reverse Osmosis dan siap untuk dikonsumsi.

Hj. Soelidarmi, SH. [4] Membuat alat penjernih air bebas penyakit dengan menggunakan media filter karbon aktif dan zeolit. Karbon aktif berfungsi menyerap bau, rasa, dan kandungan-kandungan organik sedangkan zeolit dipergunakan sebagai penukar ion. Kusnaedi [4] mengolah air kotor untuk air minum yang dilakukan dalam beberapa tahap. Tahap pertama adalah proses penyaringan yang didahului dengan pemisahan apabila pada air tersebut banyak mengandung pengotor yang dapat mengendap kemudian dialirkan melalui media karbon aktif dan zeolit. Fety kumalasari dan yogi satoto [5] mengolah air kotor menjadi air bersih hingga layak diminum dengan menggunakan instalasi pengolahan air sederhana.

Pada setiap fluida selalu terdapat gaya kohesi dan adhesi. Kohesi adalah gaya tarik menarik antara partikel-partikel suatu zat yang sejenis. Sehingga makin kuat kohesi ini, semakin tidak mudah berubah bentuknya. Adhesi adalah gaya tarik menarik antara partikel-partikel dari zat yang berbeda/tak sejenis. Kapilaritas adalah peristiwa naik atau turunnya suatu fluida cair dalam tabung kapiler disebabkan oleh tegangan permukaan dan bergantung pada besaran relative antara gaya kohesi dalam cairan dan adhesi cairan tersebut dengan dinding tabung. Cairan akan naik dalam tabung kapiler jika membasahi (adhesi > kohesi) dan jatuh jika tidak membasahi (kohesi > adhesi) [6].

Untuk melakukan penyaringan maka dimanfaatkan zeolit. Pemanfaatan Zeolit sebagai salah satu media dalam proses penjernihan air telah lama dikenal orang. Zeolit merupakan mineral alumina silikat terhidrat yang tersusun atas tetrahedral-tetrahedral alumina (AlO_4^{5-}) dan silika (SiO_4^{4-}) yang membentuk struktur bermuatan negatif dan berongga terbuka/berpori. Muatan negatif pada kerangka zeolit dinetralkan oleh kation yang terikat lemah. Selain kation, rongga zeolit juga terisi oleh molekul air yang berkoordinasi dengan kation.

Rumus umum zeolit adalah $M_x/n[(AlO_2)_x(SiO_2)_y] \cdot mH_2O$, Dimana M adalah kation bervalensi n, $(AlO_2)_x(SiO_2)_y$ adalah kerangka zeolit yang bermuatan negative dan H_2O adalah molekul air yang terhidrat dalam kerangka zeolit. Kemampuan zeolit sebagai ion exchanger telah lama diketahui dan digunakan sebagai penghilang polutan kimia sehingga dapat dipergunakan sebagai media untuk menurunkan kandungan Mn dan Fe pada air seperti yang telah dibuktikan pada penelitian Abdur Rahman dan Budi Hartono bahwa zeolit Bayah menurunkan Fe sebanyak 55% dan 40% Mn dalam air tanah yang mengandung 3,6 mg/L Fe dan 0,7 mg/L Mn [2]. Selain itu Zeolit juga mampu untuk mengurangi kuman-kuman E-Coli di dalam air [8]. Hasil penelitian yang dilakukannya menunjukkan pemberian zeolit sangat baik untuk menurunkan jumlah kuman-kuman dalam air limbah domestik. Pemberian zeolit dipengaruhi oleh dosis dan kecepatan aliran air, yaitu semakin tinggi dosis yang diberikan makin sedikit sisa kuman demikian pula semakin lambat kecepatan aliran air semakin sedikit sisa jumlah kuman dalam air. Hal ini dikarenakan adsorpsi zeolit terhadap kuman-kuman dalam air membutuhkan waktu dan kontak lebih lama.

Penelitian ini bertujuan membuat desain prototipe dan mengaplikasikan dengan membuat instalasi yang dapat dipergunakan.

2 HASIL DAN DISKUSI

Rancangan alat berdasarkan hasil karakterisasi air banjir yang dilakukan oleh Oktarina dan Dan Mugisidi di tiga tempat; Cileduk, Tangerang dan Pulogadung [11]. Pada penelitian selanjutnya, Okta, Dan dan Endy mengalirkan air banjir tersebut melalui filter pasir silika, zeolit dan karbon aktif yang mengalir secara kapiler [10]. Penelitian itu menjadi dasar pembuatan prototipe alat pengolah air banjir.

Dari data lapangan diperoleh informasi bahwa air banjir pada umumnya tidak memiliki permasalahan terhadap bau air. Meski tidak ada

masalah dalam hal bau tapi dapat disimpulkan air banjir memiliki tingkat kekeruhan yang tinggi. Dari contoh air yang diteliti air banjir memiliki kekeruhan 22, 63 dan 12 skala NTU, padahal batas ambang yang diperbolehkan untuk air minum 5 skala NTU.

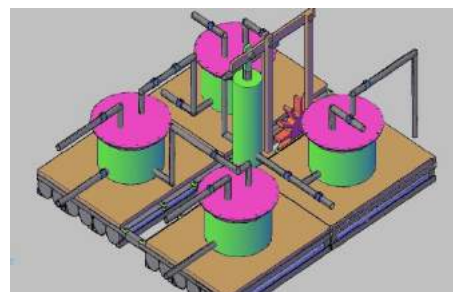
Dari sisi warna masih perlu diwaspadai karena sampel air dari Cileduk menunjukkan skala TCU 18 padahal yang diperbolehkan skala 15 TCU.

Dari sisi kandungan kimia yang perlu diwaspadai adalah zat aluminium mencapai 0,4486 mg/l padahal yang diijinkan 0,2 mg/l. (data dari sampel air banjir perumahan Cileduk Indah). Kandungan zat besi dari sampel air perumahan Cileduk Indah mencapai 0,9 mg/l ini melebihi ambang batas yang diijinkan dengan standar 0,3 mg/l. Sedang sampel air di daerah industri Pulo Gadung kadar besinya malah mencapai 1,02 mg/l.

Untuk kandungan Zat Organik ($KmnO_4$) dari sampel air dari daerah Cileduk sebesar 11,67 mg/l. Untuk sampel air banjir dari daerah Tangerang berada dalam skala

18,15 mg/l dan untuk sampel air dari daerah industri Pulogadung pada skala 49,5 mg/l. Skala Kandungan zat Organik ($KmnO_4$) di semua sampel air melebihi batas minimal syarat air minum yang distandarkan dalam skala 10 mg/l.

Pada penelitian ini telah dibuat rancangan akhir dari instalasi air minum yang diteliti. Kemudian rancangan akhir tersebut juga telah diimplementasikan dalam prototipe instalasi air minum berbahan baku air banjir yang diteliti sebelumnya.



Gambar 1 Desain prototipe instalasi pengolah air banjir

Prototipe pada Gambar 1., telah diaplikasikan pada prototipe pada Gambar 2.



Gambar 2 prototipe instalasi pengolahan air banjir

Tabung filter berisi pasir silika, zeolit dan karbon aktif. Pompa digerakkan dengan menggunakan kincir yang bergerak karena adanya aliran air banjir karena alat ini didesain untuk banjir yang mengalir.

3 SIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilaksanakan dapat diperoleh kesimpulan sebagaiberikut:

1. Tingkat kekeruhan air banjir sangat tinggi melebihi batas maksimum yangdiperbolehkan dalam standar air minum. Dari contoh air banjir di daerahCileduk 22 skala NTU, dari contoh air banjir daerah Tangerang 63 skala NTUdan dari contoh air banjir daerah Pulogadung 12 skala NTU, padahal batasambang yang diperbolehkan untukk air minum 5 skala NTU.
2. Paparan zat warna air banjir perlu diwaspadai, paling tidak kesimpulan inidapat diambil berdasar contoh air banjir dari daerah Cileduk mencapai 18Skala TCU, padahal batas ambang yang diperbolehkan untuk air minum 55skala TCU.
3. Kandungan Zat alumunium air banjir perlu diwaspadai, paling tidakkesimpulan ini

dapat diambil berdasar contoh air banjir dari daerah Ciledukmencapai 0,4486 mg/l padahal yang diijinkan 0,2 mg/l.

4. KandunganZatOrganik(KmnO₄)airbanjir perlu diwaspadai, dari sampel airbanjir daerah Cileduk sebesar 11,67 mg/l. Untuk sampel air banjir dari daerahTangerang berada dalam skala 18,15 mg/l dan untuk sampel air dari daerahindustri Pulogadung pada skala 49,5 mg/l. Skala Kandungan zat Organik(KmnO₄) di semua sampel air banjir melebihi batas minimal syarat air minumyang distandarkan dalam skala 10 mg/l.
5. Rancangan instalasi pemurnian air banjir sebagai air baku minum yangmemenuhi standar telah dibuat drafnya dalam skala lab.
6. Prototipe Instalasi telah dibangun berdasar disain akhir yang telah dikerjakan.

KEPUSTAKAAN

- [1] Keputusan Mentri Kesehatan RI, (2010) Nomor 907/MENKES/SK/VII/2010, “SyaratSyarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum”, 29 Juli 2010.
- [2]Abdur Rahman dan Budi Hartono,2004. “Penyaringan Air Tanah dengan Zeolit Alami untuk Menurunkan Kadar Besi dan Mangan”, MAKARA, KESEHATAN, VOL. 8, NO. 1, JUNI 2004: 1-6
- [2] Romulo E. Colindres, Seema Jain, Anna Bowen, Polyana Domond and Eric Mintz, (2007), “After the flood: an evaluation of in-home drinking water treatment with combined flocculent-disinfectantfollowing Tropical Storm Jeanne — Gonaives, Haiti”, Journal of Water and Health.
- [3] <http://www.fisika.lipi.go.id/in/?q=node/391401>, Air Bersih dan Layak Minum untuk Korban Banjir, 2012.

- [4]Hj. Soelidarmi, SH., 2010, Membuat Alat penjernih Air Bebas Penyakit, Progresif Books, Yogyakarta.
- [5]Fety kumalasari dan yogi satoto, 2011, Teknik Praktis Mengolah Air kotor Menjadi Air Bersih Hingga Layak Minum, Laskar Aksara, Jakarta.
- [6]R. Lenormand, C. Zarcone and A. Sarr (2011). “Mechanisms of the displacement of one fluid by another in a network of capillary ducts. *Journal of Fluid Mechanics*”, 135 , pp 337353 doi:10.1017/S0022112083003110.
- [7]Kusnaedi, 2010, Penebar Swadaya, Mengolah Air Kotor untuk Air Minum, Jakarta.
- [8]Fach E, Waldman WJ, Williams M, Long J, Meister RK, Dutta PK, (2010) “Analysis of the biological and chemical reactivity of zeolit-based aluminosilicate fibers and particulates”. *Environ Health Perspect* 2010; 110: 1087-1096.
- [9] Dr. Dan Mugisidi, ST, 2012, “Karakterisasi Air Banjir Sebagai Air Baku Untuk Air Minum”, LEMLITBANG UHAMKA, Jakarta.
- [10] Dr. Dan Mugisidi, ST, 2014, “Pembuatan Filter Kapiler Untuk Menyaring Air Banjir Sebagai Air Baku Air Minum”, LEMLITBANG UHAMKA, Jakarta.