

RANCANG BANGUN PERALATAN PENJERIHAN AIR SEDERHANA MENGUNAKAN FILTRASI BERTINGKAT DAN RESIN PENUKAR ION

DESIGN AND CONSTRUCTION OF SIMPLE WATER PURIFICATION EQUIPMENT USING MULTI STAGE FILTRATION AND ION EXCHANGE RESIN METHODS

¹Latifa Hanum Lalasari, ²Lusiana, ³Iwan Setiawan

Prodi Teknik Mesin, Fakultas Ekonomi, Universitas Pamulang Tangerang Selatan

E-mail: ¹dosen01914@unpam.ac.id, ²dosen01594@unpam.ac.id, ³dosen01731@unpam.ac.id

ABSTRAK

Air bersih merupakan kebutuhan dasar manusia yang semakin sulit dipenuhi akibat pencemaran lingkungan dan keterbatasan sumber daya. Oleh karena itu, diperlukan teknologi penjernihan air yang sederhana, efektif, dan terjangkau untuk memenuhi kebutuhan masyarakat, khususnya di daerah pedesaan dan kawasan terdampak bencana. Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) di daerah Tangerang Selatan bertujuan untuk menjelaskan tentang peralatan penjernihan air dengan sederhana, meningkatkan kesadaran akan pentingnya menjaga kualitas air, mampu merancang dan merakit peralatan penjernihan air sederhana dengan memanfaatkan bahan-bahan lokal yang mudah diperoleh. Sistem penjernihan yang dikembangkan menggunakan kombinasi proses filtrasi bertingkat dan resin penukar ion untuk menjernihkan air. Pengujian dilakukan terhadap beberapa parameter kualitas air seperti kekeruhan, pH dan total padatan terlarut (TDS). Hasil dari kegiatan PKM menunjukkan bahwa semua peserta sangat antusias mendengarkan sosialisasi dan mampu merancang dan merakit peralatan penjernihan air dengan teknik sederhana meliputi pemilihan material filtrasi, adsorban, dan pemakaian resin kationik dan anionik yang disesuaikan dengan kualitas air yang diinginkan. Metode penjernihan air sederhana ini dapat membantu menyediakan air bersih dalam situasi darurat. Peralatan ini memiliki keunggulan dari sisi kemudahan perakitan, biaya yang relatif rendah, serta perawatan yang sederhana. Dengan demikian, peralatan penjernihan air sederhana ini berpotensi menjadi solusi alternatif untuk penyediaan air bersih di skala rumah tangga maupun komunitas kecil.

Kata Kunci : Air Jernih, Kekeruhan, Filtrasi, Adsorban, Ion Exchange Resin

ABSTRACT

Clean water is a basic human need that is increasingly difficult to meet due to environmental pollution and limited resources. Therefore, simple, effective, and affordable water purification technology is needed to meet the needs of the community, especially in rural areas and disaster-affected areas. Community Service Activities (PKM) in the South Tangerang area aim to explain water purification equipment simply, increase awareness of the importance of maintaining water quality, be able to design and assemble simple water purification equipment by utilizing local materials that are easy to obtain. The purification system developed uses a combination of multi stage filtration and ion exchange resin to purify the water. Tests were carried out on several water quality parameters such as turbidity, pH and total dissolved solids (TDS). The results of PKM activities showed that all participants were very enthusiastic about listening to socialization and were able to design and assemble water purification equipment with simple techniques including the selection of filtration materials, adsorbents, and the use of cationic and anionic resins that were adjusted to the desired water quality. This simple water purification method can help provide clean water in emergency situations. This equipment has advantages in terms of ease of assembly, relatively low cost, and simple maintenance. Thus, this simple water purification equipment has the potential to be an alternative solution for the provision of clean water on a household and small community scale.

Keywords: Clear Water, Turbidity, Filtration, Adsorbent, Ion Exchange Resin

I. PENDAHULUAN

Ketersediaan air bersih yang aman dan layak pakai masih menjadi tantangan di berbagai wilayah Indonesia, terutama di daerah padat penduduk atau permukiman yang belum terlayani oleh sistem perpipaan PDAM. Banyak masyarakat masih mengandalkan sumber air sumur atau air permukaan yang kualitasnya belum memenuhi standar kesehatan, baik karena kandungan kekeruhan, warna, bau, maupun kontaminasi biologis dan kimia (Damayanti, 2018). Kondisi ini berdasarkan hasil observasi dan diskusi prioritas masalah yang dihadapi oleh masyarakat yang menggunakan air sumur sebagai air untuk keperluan mandi, mencuci, menyiram dan lain-lain (Ilyas et al., 2021). Air sumur dipompakan ke torn penampung atau langsung dari pompa air ke keran-keran pengeluaran. Terkadang air sumur keruh, apalagi di musim penghujan, sehingga kurang nyaman ketika mau dimanfaatkan untuk keperluan mandi, mencuci, apa lagi untuk dikonsumsi.

Masalah lainnya juga dijumpai masyarakat terkait keterbatasan infrastruktur air bersih, pencemaran lingkungan, serta tingginya biaya pengolahan air menjadi kendala utama dalam penyediaan air layak konsumsi bagi masyarakat (Maryati, S., Chatib, B., Widiarto, W., & Notodarmodjo, 2017). Kondisi tersebut mendorong perlunya inovasi teknologi tepat guna yang dapat diterapkan secara sederhana, murah, dan efisien untuk menjernihkan air di tingkat rumah tangga atau komunitas lokal. Peralatan penjernihan air sederhana menjadi solusi potensial yang dapat dikembangkan dan dimanfaatkan langsung oleh masyarakat, terutama dalam mengolah air sumur, air permukaan, atau sumber air lain yang belum memenuhi standar kualitas air bersih. Beberapa penelitian juga dilakukan, diantaranya rancang bangun alat penjernih air sumur atau air rawa menggunakan gallon yang berisi ijuk, arang, pasir dan batu kerikil besar. Hasil pengujian menunjukkan pH meter dan TDS (Total Dissolve Solid) air rawa mempunyai pH 6.7 dan TDS 255 mg/l, kandungan TDS ini tergolong sangat baik (Denny Jeremias Nusawakan; Wahida, 2019).

Melalui program pengabdian kepada masyarakat (PKM) ini, dirancang dan dibangun sebuah peralatan penjernihan air sederhana yang memanfaatkan bahan-bahan lokal dan prinsip kerja filtrasi bertingkat dan resin penukar ion. Tujuan dari kegiatan ini adalah memberikan solusi praktis untuk meningkatkan kualitas air yang tersedia, sekaligus memberdayakan para pemuda pemudi, mahasiswa dan masyarakat dalam memahami dan mengelola teknologi penjernihan air secara mandiri. Kegiatan ini

diharapkan dapat menjadi contoh penerapan teknologi tepat guna yang berkelanjutan dan berdampak langsung terhadap peningkatan kualitas hidup masyarakat, khususnya di wilayah yang mengalami keterbatasan akses air bersih. Lokasi kegiatan PKM dilakukan di Tangerang Selatan sebagai representasi kawasan urban yang menghadapi tantangan dalam penyediaan air bersih (Rachmawati, 2012). Peralatan yang dikembangkan mengintegrasikan media filtrasi seperti pasir silika dan karbon aktif dengan resin kationik dan anionik sebagai penukar ion, guna mencapai kualitas air yang memenuhi syarat untuk kebutuhan domestik non-minum atau sebagai praproses air minum.

II. METODE PELAKSANAAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat (PKM) dilaksanakan di Karang Taruna Perumahan Puspiptek, Tangerang Selatan pada hari Sabtu, 10 Mei 2025 yang dihadiri para pemuda pemudi Karang Taruna Puspiptek, mahasiswa Teknik Mesin, dan masyarakat setempat pada pukul 08.00 sampai dengan pukul 12.00 WIB. Tahapan pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat (PKM) terdiri dari :

1. Tahap Persiapan meliputi:

- a. Melakukan survei awal masyarakat sekitar kampus Unpam terutama pemuda pemudi dan mahasiswa sekitarnya terkait permasalahan yang sering dijumpai di sekitar Puspiptek, Tangerang Selatan.
- b. Menentukan jadwal untuk penentuan waktu kegiatan pengabdian kepada masyarakat (PKM)
- c. Persiapan materi PKM dengan melakukan penyusunan bahan/materi kegiatan yang meliputi: slide dan handout
- d. Persiapan peragaan dilakukan dengan cara persiapan alat dan bahan peragaan penjernihan air. Bahan dan peralatan yang digunakan meliputi : air sumur, selang, filter sediment, karbon aktif, resin kationik dan resin anionik.

2. Tahap pelaksanaan kegiatan meliputi:

- a. Memberikan paparan materi tentang peralatan penjernihan air dengan metode sederhana.

Pada tahapan awal juga diberikan sosialisasi tentang kualitas air bersih dan penjelasan umum program pentingnya air bersih dan akibat jika kualitas air bersih tersebut tidak memenuhi standar yang ditetapkan. Pada tahap ini juga

disampaikan bahwa air bersih yang digunakan harus memenuhi standar yang ditetapkan sesuai dengan penggunaan. Pada penyuluhan ini masyarakat juga dihimbau untuk selalu menjaga kelestarian lingkungan, karena ini akan membantu dalam penyediaan air sumber air tanah

- e. Memberikan peragaan cara merancang dan merakit peralatan penjernihan air sederhana.

Kegiatan pendampingan peragaan pembuatan alat penjernih air sederhana sebagai upaya pemenuhan kebutuhan air bersih mini menggunakan teknik filtrasi . Air keruh melewati penjernih air sederhana akan tersaring sehingga menghasilkan air yang jernih. Media yang digunakan pada alat penjernih air sederhana antara lain kolom karton sebagai wadah, ijuk, arang, kerikil, dan pasir. Masing-masing media tersebut memiliki kegunaan pada proses penjernihan air. Kerikil berfungsi menyaring material berukuran besar, arang berfungsi sebagai karbon aktif yang dapat menghilangkan bau dan warna, serta pasir dan ijuk berfungsi untuk menyerap endapan-endapan

- f. Diskusi dengan peserta untuk membuka wawasan terkait desain dan cara merakit peralatan penjernihan air yang sederhana. Proses diskusi ini bisa bersamaan dengan proses merakit peralatan penjernih air sederhana yang dilakukan para pemuda, mahasiswa, dan masyarakat secara mandiri.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Air adalah kebutuhan dasar bagi kehidupan manusia, terutama air bersih. Mulai dari penggunaan untuk kebutuhan rumah tangga antara lain; mencuci, mandi, minum, industri, dan pertanian. Fungsi air bagi kehidupan tidak dapat digantikan oleh senyawa lain. Air merupakan kebutuhan yang sangat vital bagi kehidupan manusia. Karena itu jika kebutuhan akan air tersebut belum tercukupi maka dapat memberikan dampak yang besar terhadap kerawanan kesehatan maupun sosial.

Pada kegiatan program pengabdian kepada masyarakat (PKM) yang dilakukan dosen Teknik Mesin, Universitas Pamulang difokuskan pada ketersediaan air bersih di Kota Tangerang Selatan yang masih menghadapi tantangan baik dari aspek cakupan layanan, kualitas air, maupun keberlanjutan sumber daya air. Kota ini merupakan daerah urban yang tumbuh pesat sebagai penyangga DKI Jakarta, namun infrastruktur air bersihnya belum berkembang seiring pertumbuhan jumlah penduduk. Kegiatan PKM ini

diawalin dengan paparan materi dan dilanjutkan dengan praktik langsung untuk merancang dan merakit peralatan penjernih air menggunakan filtrasi dan resin penukar ion yang dilakukan secara mandiri oleh para pemuda pemudi karang taruna Puspiptek, mahasiswa dan masyarakat sekitarnya yang ditunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Paparan Materi dan praktik tentang “Rancang Bangun Peralatan Penjernihan Air Sederhana”



Gambar 2. Peserta program pengabdian kepada masyarakat (PKM) yang dilakukan dosen Teknik Mesin, Universitas Pamulang

Pada umumnya prinsip dari proses penjernihan air terbagi menjadi beberapa tahapan utama diantaranya :

1. Penyaringan Awal (Filtrasi Mekanis) atau sediment filter

Tahapan ini dikatakan sebagai tahapan paling awal yang bertujuan untuk menghilangkan partikel berukuran kasar atau besera seperti pasir, lumpur, debu, tanah, karat, dan sedimen. Media penyaringan awal ini bisa berupa saringan kasar, pasir silika, serat polypropylene (PP) dengan ukuran pori sekitar 5 mikron yang dikenal PP 5 dan ukuran pori sekitar 1 mikron yang dikenal PP 1. Keberhasilan dalam proses penyaringan awal ini akan melindungi filter tahap berikutnya agar tidak cepat tersumbat.

2. Penyaringan Kimia dan Adsorpsi

Tahapan kedua ini adalah proses adsorpsi. Adsorpsi adalah proses penempelan molekul (adsorbat) dari cairan ke permukaan padatan (adsorben). Dalam konteks air, kontaminan kimia diikat atau diserap oleh media berpori besar seperti karbon aktif atau zeolite dengan tujuan menghilangkan bau, warna, rasa, klorin, dan senyawa organik (misalnya pestisida). Karbon aktif yang digunakan dalam proses penjernihan air berasal dari tempurung kelapa, batu bara, kayu atau bijih kelor (Rachmawati, 2012)(Ade Lenty Hoya et al., 2023). Karbon aktif dari alam bisa berbentuk butiran GAC (Granular Activated Carbon) (Dahlan et al., 2023) atau blok padat karbon terkompresi yang dikenal CTO (Chlorine, Taste, Odor). Karbon aktif ini mempunyai fungsi sebagai berikut: menyerap bau dan rasa tak sedap (dari klorin, belerang, senyawa organik), menghilangkan warna air, mengadsorpsi senyawa kimia seperti klorin, THMs, pestisida, VOCs (senyawa organik volatil), meningkatkan kejernihan dan kenampakan air.

Adsorban lainnya yang dapat digunakan dalam tahapan ini adalah zeolite yang bisa berupa mineral aluminosilikat alami atau sintetik (Syahputra, 2023). Pemakaian zeolite ini mempunyai fungsi untuk menyerap amonia (NH_4^+) dan logam berat ringan seperti Pb^{2+} dan Cu^{2+} , mengurangi kesadahan parsial, bekerja sebagai adsorben dan juga penukar ion terbatas.

3. Pertukaran Ion (Ion Exchange)

Tahapan ketiga adalah proses penjernihan air menggunakan teknik pertukaran ion (ion exchange). Pertukaran ion adalah proses kimia fisik di mana ion-ion terlarut dalam air digantikan oleh ion-ion lain dari bahan penukar ion (resin), sehingga menghasilkan air yang lebih bersih atau sesuai dengan spesifikasi

tertentu. Resin menukar ion bisa berupa resin kationik dan resin anionik. Kedua resin tersebut mempunyai sifat karakteristik dan fungsi yang berbeda. Pada resin kationik bertujuan untuk menghilangkan kesadahan air dengan cara menukar ion positif (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , dan logam berat) dengan H^+ atau Na^+ . Resin penukar kationik ini biasa digunakan untuk menghilangkan kapur dalam air yang keruh sehingga diperoleh air jernih terbebas dari kapur (Nozaki, 1968)(Aba et al., 2020).

Pemakaian selanjutnya adalah resin Anionik (Anion Exchange Resin) yang mempunyai fungsi untuk menghilangkan sulfat, nitrat, fosfat, silikat. Ini biasanya digunakan dalam deionisasi air atau pengolahan limbah. Mekanismenya Menukar ion negatif (Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^-) dengan OH^- dan bersama resin kationik akan membentuk $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ (air murni) (Setiawan & Purwoto, 2019).

4. Post-Carbon Filter (Karbon Akhir / Silver Carbon)

Post-Carbon Filter (juga dikenal sebagai karbon akhir, silver carbon, atau post activated carbon) adalah tahap akhir dalam sistem penjernihan air yang sangat penting, terutama dalam sistem Reverse Osmosis (RO) atau filtrasi multi-tahap. Tahapan ini bertujuan untuk menyempurnakan rasa, bau tidak sedap, menyerap sisa klorin bebas atau senyawa organik volatile (VOC), dan kejernihan air, sekaligus antibakteri. Bahan yang digunakan adalah karbon aktif dan perak (Ag).

5. Remineralisasi Filter

Remineralisasi filter adalah komponen penting dalam sistem penjernihan air, khususnya setelah proses Reverse Osmosis (RO) atau deionisasi, yang cenderung menghilangkan hampir semua mineral dari air. Remineralisasi filter mempunyai fungsi sebagai berikut: menambahkan mineral esensial ke dalam air yang hilang ketika proses RO atau deionisasi. Filter remineralisasi mengembalikan sebagian mineral alami ke dalam air, seperti: Kalsium (Ca^{2+}) baik untuk tulang dan metabolisme, magnesium (Mg^{2+}) adalah penting untuk fungsi otot dan saraf, dan juga natrium (Na^+), kalium (K^+), dan bikarbonat (HCO_3^-) juga mineral penting bagi makhluk hidup.

Berikut ini adalah contoh alat penjernih air sederhana untuk menghilangkan kapur.



Gambar 3. Alat penjernih air sederhana untuk menghilangkan kapur

KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah mengikuti kegiatan pengabdian kepada masyarakat (PKM) yang diselenggarakan Dosen Teknik Mesin – UNPAM maka pemuda karang taruna, mahasiswa, dan masyarakat sekitar Puspiptek, Tangerang Selatan mampu merancang dan merakit peralatan penjernihan air dengan teknik sederhana menggunakan metode filtrasi bertingkat dan resin penukar ion. Metode penjernihan air sederhana ini dapat membantu menyediakan air bersih dalam situasi darurat dan terbukti efektif serta murah, sehingga cocok diterapkan di daerah dengan keterbatasan akses air bersih dan infrastruktur. Kombinasi filtrasi dan pertukaran ion pada skala sederhana memberikan solusi aplikatif dan berkelanjutan bagi masyarakat untuk mendapatkan air bersih yang aman dan sehat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang (UNPAM) yang telah memberikan fasilitas pendanaan untuk pelaksanaan kegiatan Program Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aba, L., Arsyad, W. O. S., Nasaruddin, & Sulfa. (2020). Bimbingan teknis penurunan kesadahan air sumur menggunakan filter resin penukar kation bagi masyarakat Kelurahan Kambu Kecamatan Kambu Kota Kendari. In *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (JAPIMAS)* (Vol. 1, Issue 2, pp. 25–28). <https://japimas.uho.ac.id/index.php/journal>

- [2] Ade Lentu Hoya, Yosilia, R., Mukti, A. D., Sugiharta, I., & Ratih, R. F. (2023). Pengembangan Alat Filter Air Menggunakan Kandungan Karbon Aktif yang Berbeda sebagai Media Pembelajaran. In *Jurnal Basicedu* (Vol. 7, Issue 5, pp. 3272–3281). <https://doi.org/10.31004/basicedu.v7i5.6308>
- [3] Dahlan, K., Kawari, M. M., Bella, H. I. K., & Togibasa, O. (2023). Layanan Penerapan Karbon Aktif Sebagai Media Penyaring Air di Lingkungan SMA Negeri 4 Jayapura. *Bakti Hayati: Jurnal Pengabdian Indonesia*, 1(2), 37–42. <https://doi.org/10.31957/bhjpi.v1i2.2395>
- [4] Damayanti, H. R. (2018). Permasalahan Pencemaran dan Penyediaan Air Bersih di Perkotaan dan Pedesaan. *Poltekkes Kemenkes Yogyakarta, December*, 9–29. <http://eprints.poltekkesjogja.ac.id/850/>
- [5] Denny Jeremias Nusawakan; Wahida. (2019). Rancang Bangun Alat Penjernih Air Berbasis PLC. *El Sains : Jurnal Elektro*, 1(1), 62–68. <https://doi.org/10.30996/elsains.v1i1.1858>
- [6] Ilyas, I., Tan, V., & Kaleka, M. (2021). Penjernihan Air Metode Filtrasi untuk Meningkatkan Kesehatan Masyarakat RT Pu'uzeze Kelurahan Rukun Lima Nusa Tenggara Timur. *Warta Pengabdian*, 15(1), 46. <https://doi.org/10.19184/wrtp.v15i1.19849>
- [7] Maryati, S., Chatib, B., Widiarto, W., & Notodarmodjo, S. (2017). Faktor Lingkungan Dalam Estimasi Biaya Infrastruktur Air Bersih: Tinjauan Terhadap Perkembangan Studi Empiris. *Journal of Regional and City Planning*, 17(3), 12–30.
- [8] Nozaki, M. (1968). Waste water treatment by ion exchanger. *Kobunshi*, 17(4), 319–325. <https://doi.org/10.1295/kobunshi.17.319>
- [9] Rachmawati, N. (2012). Sebaran dan Ketersediaan Sarana Prasarana Air di Kota Tangerang Selatan. *Jurnal Tata Kota Dan Daerah*, 4, 111–118.
- [10] Setiawan, A., & Purwoto, S. (2019). Pengolahan Air Tanah Berbasis Treatment Resin Penukar Ion, Zeolit Dan Sinar Uv. In *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA* (Vol. 17, Issue 2, pp. 19–28). <https://doi.org/10.36456/waktu.v17i2.2133>
- [11] Syahputra, T. D. (2023). *Penggunaan Zeolit Sebagai Adsorben Untuk Penjernihan Air Sumur Terhadap Kandungan Logam Fe, Nilai BOD, COD, dan TSS di Kelurahan Kampuang Jua Nan* <http://scholar.unand.ac.id/211197/>