

## PENERAPAN SISTEM FILTRASI HYBRID ZEOLIT-RO UNTUK PENGOLAHAN AIR TANAH TERKONTAMINASI MENJADI AIR SIAP MINUM DAN OPTIMALISASI DAUR ULANG AIR WUDHU DI SUNTER JAYA

Rafiuddin Syam<sup>1</sup>, Syufrijal<sup>2</sup>, Imam Arif Raharjo<sup>3</sup>, Nur Hanifah<sup>4</sup>  
Teknik Rekayasa Otomasi, Universitas Negeri Jakarta, Indonesia  
rafiuddin\_syam@unj.ac.id

*The clean water crisis in Sunter Jaya, North Jakarta, is triggered by the declining quality of groundwater due to seawater intrusion and domestic waste contamination. This condition affects both drinking water sources and ablution water at Al-Mukhlis Mosque, which share the same source of contaminated groundwater. This community service program implements a hybrid zeolite and reverse osmosis (RO) filtration system within an FRP housing to treat the contaminated groundwater into ready-to-drink water, while also reusing ablution wastewater originating from the same source. The study aims to evaluate the system's effectiveness in reducing salinity, TDS, heavy metals, and microbiological contaminants. Implementation results show the system successfully reduced TDS from 1500 mg/L to 45 mg/L (97% efficiency), salinity from 1.2% to 0.05%, and eliminated 99% of pathogenic bacteria. This system not only provides drinking water that meets the standards of Indonesian Ministry of Health Regulation No. 492/2010 for 500 households but also optimizes water utilization through ablution water recycling. This model proves effective as a sustainable solution for the clean water crisis in urban coastal areas with limited water infrastructure.*

**Keywords:** writing instructions; administrative journal; article templates

### Abstrak

*Krisis air bersih di Sunter Jaya, Jakarta Utara, dipicu oleh menurunnya kualitas air tanah akibat intrusi air laut dan kontaminasi limbah domestik. Kondisi ini memengaruhi baik sumber air minum maupun air wudhu di Masjid Al-Mukhlis yang sama-sama bersumber dari air tanah tercemar. Program pengabdian masyarakat ini menerapkan sistem filtrasi hybrid zeolit dan reverse osmosis (RO) dalam housing FRP untuk mengolah air tanah yang telah terkontaminasi menjadi air siap minum, sekaligus memanfaatkan kembali air limbah wudhu yang berasal dari sumber yang sama. Tujuan penelitian adalah mengevaluasi efektivitas sistem dalam menurunkan salinitas, TDS, logam berat, dan kontaminan mikrobiologis. Hasil implementasi menunjukkan sistem berhasil menurunkan TDS dari 1500 mg/L menjadi 45 mg/L (efisiensi 97%), salinitas dari 1.2% menjadi 0.05%, serta menghilangkan 99% bakteri patogen. Sistem ini tidak hanya menyediakan air minum yang memenuhi standar Permenkes No. 492/2010 bagi 500 kepala keluarga, tetapi juga mengoptimalkan pemanfaatan air melalui daur ulang air wudhu. Model ini terbukti efektif sebagai solusi berkelanjutan untuk krisis air bersih di kawasan pesisir urban dengan keterbatasan infrastruktur air.*

**Kata Kunci:** Hybrid Filtration, Reverse Osmosis, Seawater Intrusion, Water Recycling, Community Empowerment, Contaminated Groundwater

## 1. PENDAHULUAN (*Introduction*)

### 1.1 Latar Belakang

Jakarta Utara, khususnya kawasan pesisir seperti Sunter Jaya, menghadapi krisis air bersih multidimensi. Faktor utama penyebab krisis ini adalah intrusi air laut akibat eksploitasi air tanah berlebihan, diperparah oleh pencemaran limbah domestik dan industri. Akibatnya, air tanah sebagai satu-satunya sumber air bagi sebagian besar masyarakat mengalami penurunan kualitas signifikan, ditandai dengan tingginya salinitas, Total Dissolved Solids (TDS), serta kandungan logam berat seperti besi (Fe) dan mangan (Mn). Kondisi ini berdampak langsung pada kesehatan masyarakat dan ketersediaan air bersih untuk kebutuhan sehari-hari, termasuk ibadah.

Masjid Al-Mukhlis, sebagai pusat kegiatan masyarakat, menggunakan air tanah yang terkontaminasi ini untuk semua kebutuhannya, termasuk air wudhu. Air limbah wudhu yang mencapai ratusan liter per hari kemudian terbuang percuma, padahal secara teknis dapat didaur ulang. Oleh karena itu, diperlukan solusi terpadu yang tidak hanya mengolah air tanah menjadi layak minum, tetapi juga mengoptimalkan siklus penggunaan air melalui daur ulang air wudhu.

Ditinjau dari aspek konservasi, pemborosan air limbah wudhu ini memperparah tekanan pada cadangan air tanah yang sudah kritis. Di sisi lain, ketergantungan masyarakat pada air dalam kemasan galon untuk konsumsi sehari-hari turut membebani ekonomi keluarga, menciptakan lingkaran masalah antara kelangkaan air, kesehatan, dan biaya hidup. Permasalahan ini menunjukkan bahwa pendekatan konvensional sudah tidak memadai dan diperlukan intervensi teknologi yang disertai dengan pemberdayaan masyarakat.

Berdasarkan kondisi tersebut, program pengabdian ini diinisiasi untuk menerapkan sebuah solusi berkelanjutan. Solusi ini dirancang dengan memanfaatkan sistem filtrasi hybrid zeolit dan Reverse Osmosis (RO) yang tidak hanya menangani masalah kontaminasi multi-sumber pada air tanah, tetapi juga mengintegrasikan sistem daur ulang air wudhu ke dalam siklus pengolahan. Dengan demikian, program ini bertujuan mengatasi akar permasalahan sekaligus menciptakan model pengelolaan air yang mandiri dan berkelanjutan bagi masyarakat urban di kawasan pesisir.

### 1.2 Tujuan Program

Program pengabdian masyarakat ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Merancang dan mengimplementasikan sistem filtrasi hybrid Zeolit dan Reverse Osmosis (RO) untuk mengolah air tanah terkontaminasi intrusi air laut menjadi air siap minum yang memenuhi standar Permenkes No. 492/2010.
2. Mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya air dengan memanfaatkan kembali (reuse) air limbah wudhu yang bersumber dari air tanah yang sama ke dalam sistem daur ulang.

Meningkatkan kapasitas masyarakat melalui pelatihan operasi dan pemeliharaan sistem, serta meningkatkan kesadaran tentang konservasi air

### 1.3 Manfaat Program

Manfaat yang diharapkan dari program ini adalah:

1. Bagi Masyarakat: Tersedianya akses air minum yang aman dan terjangkau, pengurangan biaya pembelian air galon, serta peningkatan pengetahuan tentang pengelolaan air bersih.
2. Bagi Mitra (Masjid): Terciptanya sumber air minum mandiri untuk jamaah, penghematan biaya operasional, dan peningkatan peran masjid sebagai pusat pemberdayaan masyarakat berbasis lingkungan.

Bagi Keberlanjutan Lingkungan: Pengurangan eksploitasi air tanah baru, optimalisasi daur ulang air, serta penawaran model solusi yang dapat direplikasi di daerah urban dengan masalah serupa.

## 2. TINJAUAN LITERATUR (*Literature Review*)

### 2.1 Profil Mitra

Masjid Al-Mukhlis terletak di jantung permukiman padat Sunter Jaya. Sebagai pusat kegiatan keagamaan dan sosial, masjid ini melayani lebih dari 200 jamaah harian dan sekitar 500 Kepala Keluarga (KK) di sekitarnya. Sumber air yang digunakan sepenuhnya berasal dari sumur bor (air tanah) dengan kualitas yang telah mengalami degradasi parah. Pengurus DKM masjid sangat aktif dan memiliki komitmen tinggi untuk mengembangkan program yang bermanfaat bagi masyarakat, sehingga menjadi mitra strategis untuk implementasi teknologi pengolahan air.

Profil ini menunjukkan bahwa Masjid Al-Mukhlis bukan hanya sebuah lokasi, melainkan mitra yang ideal. Kombinasi antara cakupan layanan yang luas, ketergantungan pada sumber air bermasalah, dan dukungan dari pengurus yang kompeten menciptakan lingkungan yang tepat untuk menerapkan solusi teknologi sekaligus menjamin keberlanjutan program pemberdayaan masyarakat ini.

### 2.2 Permasalahan Prioritas

Berdasarkan prioritas lapangan dan diskusi dengan pengurus serta warga, teridentifikasi tiga permasalahan prioritas:

#### 1. Kualitas air tanah yang buruk

Air tanah berasa asin (salinitas tinggi), berwarna kekuningan, dan mengandung kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) yang melebihi baku mutu. Hal ini menyebabkan air tidak layak dikonsumsi langsung dan merusak peralatan plumbing.

#### 2. Ketergantungan pada sumber air komersial

Akibat kualitas air yang buruk, masyarakat terpaksa membeli air galon untuk minum, yang membebani ekonomi keluarga.

#### 3. Pemborosan sumber daya air

Air limbah wudhu, yang volumenya signifikan, langsung dibuang ke saluran pembuangan tanpa dimanfaatkan kembali, padahal sumber bakunya (air tanah) sudah sulit dan mahal untuk didapatkan.

## 3. METODE PELAKSANAAN (*Materials and Method*)

Pelaksanaan program mengikuti tahapan berikut:

1. Tahap Persiapan (Minggu 1-2): Sosialisasi program melalui Focus Group Discussion (FGD) dengan DKM dan perwakilan warga. Dilakukan juga pengambilan sampel air awal untuk analisis parameter fisika, kimia, dan mikrobiologi di laboratorium.
2. Tahap Perancangan dan Instalasi (Minggu 3-5):
  - a) Rancangan Sistem: Sistem dirancang dengan konfigurasi hybrid: *Pre-Filter* (Zeolit dan Manganese Greensand untuk penghilangan Fe/Mn) -> *Filter Karbon Aktif* (penjernihan dan penghilangan bau) -> *Housing FRP berisi Membran RO* (penyaringan partikel terlarut dan ion, termasuk garam) -> *Sterilisasi UV* (pembunuhan bakteri patogen).
  - b) Instalasi: Pemasangan unit filtrasi di area utilitas masjid yang mudah diakses. Sistem dirancang memiliki dua titik masuk: (1) langsung dari air tanah untuk diolah menjadi air minum, dan (2) dari tampungan air limbah wudhu untuk didaur ulang.
3. Tahap Pelatihan dan Pendampingan (Minggu 6-7): Pelatihan *hands-on* bagi kelompok pengelola (5 orang) mengenai operasi harian, pemeliharaan rutin (seperti *backwash filter*), dan troubleshooting dasar. Tahap Evaluasi (Minggu 8): Uji kualitas air hasil olahan dan survei kepuasan terhadap 100 responden warga untuk mengukur dampak sosial program.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN (*Results and Discussion*)

##### 4.1 Kinerja Teknis Sistem Filtrasi Hybrid

Sistem berhasil meningkatkan kualitas air secara dramatis. Hasil uji laboratorium pasca-instalasi menunjukkan:

- a) TDS: Turun dari 1500 mg/L menjadi 45 mg/L (97% efisiensi).
- b) Salinitas: Turun dari 1,2% menjadi 0,05%.
- c) Besi (Fe): Turun dari 1.8 mg/L menjadi < 0.1 mg/L.
- d) Mangan (Mn): Turun dari 0.6 mg/L menjadi < 0.05 mg/L.
- e) Mikrobiologi: Bakteri *E. coli* dan total coliform tidak terdeteksi setelah proses RO dan sterilisasi UV.

Hasil ini membuktikan bahwa kombinasi filtrasi media (Zeolit, Greensand) dan membran RO efektif mengatasi kompleksitas kontaminan pada air tanah yang terkena intrusi air laut dan pencemaran logam

##### 4.2 Dampak Sosial Dan Keberlanjutan

Pembentukan "Kelompok Pengelola Air Bersih Masjid" yang terdiri dari 5 warga terlatih menjadi tulang punggung keberlanjutan. Survei kepuasan menunjukkan 94% responden merasakan manfaat langsung berupa akses air minum yang lebih sehat dan terjangkau. Biaya operasional pemeliharaan sistem yang terjangkau (Rp 500.000/bulan) dapat ditanggung bersama melalui iuran sukarela jamaah, menjamin kelangsungan operasional sistem tanpa bergantung pada pendanaan eksternal. Konsep daur ulang air wudhu juga berhasil meningkatkan kesadaran kolektif tentang pentingnya konservasi air di tengah krisis

## Format Gambar



Gambar 1. Dokumentasi



Gambar 2. Sesi Sosialisai dan Pelatihan program air bersih



Gambar 3. Alat Filtrasi Air Bersih

## 5. KESIMPULAN (*Conclusions*)

### 5.1 Kesimpulan

Program penerapan sistem filtrasi hybrid Zeolit-RO telah berhasil membuktikan keefektifannya dalam mengolah air tanah terkontaminasi intrusi air laut di Sunter Jaya menjadi air siap minum. Sistem ini tidak hanya menyelesaikan masalah teknis kualitas air, tetapi juga memberdayakan masyarakat melalui pengelolaan mandiri dan menginternalisasi nilai konservasi air melalui daur ulang air wudhu. Secara keseluruhan, model yang dihasilkan merupakan solusi terpadu dan berkelanjutan yang terbukti relevan untuk mengatasi krisis air bersih di daerah perkotaan pesisir dengan kondisi geografis dan permasalahan kontaminasi yang serupa.

### 5.2 Saran

Untuk replikasi dan keberlanjutan jangka panjang, diajukan beberapa saran:

1. Dukungan Kebijakan: Pemerintah daerah perlu mengadopsi model ini dalam program penyediaan air bersih berbasis komunitas, khususnya untuk daerah yang belum terjangkau jaringan pipa PDAM.

2. Pendampingan Lanjutan: Perlu pendampingan teknis dari perguruan tinggi atau dinas terkait selama minimal 6-12 bulan pasca-instalasi untuk memastikan kemandirian penuh pengelola.

3. Skema Pendanaan Awal: Integrasi dengan program Corporate Social Responsibility (CSR) perusahaan atau Dana Desa dapat membantu membiayai investasi awal instalasi sistem, yang kemudian operasionalnya diswadaya oleh masyarakat.

Pengembangan Lebih Lanjut: Untuk meningkatkan efisiensi, sistem dapat diintegrasikan dengan panel surya untuk mengurangi biaya energi operasional pompa dan unit RO

## 6. UCAPAN TERIMA KASIH (*Acknowledgement*)

Penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang tulus kepada seluruh jamaah dan pengurus Masjid Al-Mukhlis Sunter Jaya atas kepercayaan dan kerja samanya yang luar biasa selama pelaksanaan program pengabdian masyarakat ini. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan secara khusus kepada Bapak/Ibu perwakilan Bapedda Provinsi DKI Jakarta, Dewan Masjid Indonesia (DMI) Pusat, serta DMI Jakarta Utara atas dukungan, bimbingan, dan fasilitas yang diberikan sehingga program ini dapat terlaksana dengan baik. Apresiasi setinggi-tingginya turut ditujukan kepada Kelompok Pengelola Air Bersih Masjid dan seluruh masyarakat Sunter Jaya yang telah berpartisipasi aktif serta memberikan respons positif terhadap implementasi sistem ini. Terakhir, tidak lupa kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas kontribusinya dalam mendukung keberhasilan program ini..

## 7. DAFTAR PUSTAKA (*References*)

- [1] SIAHAAN, PERLUHUTAN & Sinaga, Nazaruddin & Windarta, Jaka. (2022). Model Proses Pengolahan Air Laut Metode Reverse Osmosis memanfaatkan Sumber Energi Sinar Surya. ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika. 10. 609. 10.26760/elkomika.v10i3.609.
- [2] Irwanto, Bagus & Musthofa, Maschan & Kumalasari, Altara & Rahayu, Dwi & Fauzia, Yunia & Maulidin, Ahmad & A, Hariarti & Rahayu, Lasmida & S, Dzulfikar & Mufarrochah, Mufarrochah & Azizah, Zahrotul. (2023). PEMANFAATAN TEKNOLOGI MEMBRAN REVERSE OSMOSIS (RO) UNTUK PENGOLAHAN AIR BERSIH DI KAMPUNG NELAYAN, DESA KEDUNGPANDAN, KECAMATAN JABON, KABUPATEN SIDOARJO. Jurnal Terapan Abdimas. 8. 203. 10.25273/jta.v8i2.14573.
- [3] Utari, Paramita & Masrullita, Masrullita & Ishak, Ishak & Suryati, Suryati & Sulhatun, St. (2022). EFEKTIFITAS PENGOLAHAN AIR SUMUR MENGGUNAKAN MEDIA ZEOLIT, PASIR SILIKA DAN KARBON AKTIF PADA ALAT ROUGHING FILTER ALIRAN HORIZONTAL. Chemical Engineering Journal Storage. 2. 127. 10.29103/cejs.v2i3.6023.
- [4] Sa'diyah, K., & Juliastuti, S. R. (2015). Pengaruh jumlah katalis zeolit alam pada produk proses pirolisis limbah plastik polipropilen (PP). Jurnal Bahan Alam Terbarukan, 4(2), 40–45. <https://doi.org/10.15294/jbat.v4i2.417>

- [5] Gusnawati, G. (2023). Pengaruh Kualitas Air Minum Isi Ulang Dengan Menggunakan Teknologi Reverse Osmosis (RO). *V-MAC (Virtual of Mechanical Engineering Article)*, 8(2), 66–70. <https://doi.org/10.36526/v-mac.v8i2.3168>
- [6] Ariyanti, D., & Widiassa, I. N. (2012). APLIKASI TEKNOLOGI REVERSE OSMOSIS UNTUK PEMURNIAN AIR SKALA RUMAH TANGGA. *TEKNIK*, 32(3), 193-197. <https://doi.org/10.14710/teknik.v32i3.1735>
- [7] Widiassa Vita; Kusumayanti Heny, I. N. P. (2009). Bwro Desalination for Potable Water Supply Enhancement in Coastal Regions. *Journal of Coastal Zone Management*, 12(2), 81–88.
- [8] Dicky Yhavez, D., Meddy Danial, M., & Arfena Deah Lestari. (2024). Desalinasi Air Laut Menggunakan Metode Reverse Osmosis (RO) Dengan Variasi Tekanan Pompa. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 12(2), 483.
- [9] Budiyono, B., & Buchori, L. (2012). THE PERFORMANCE OF REVERSE OSMOSIS MEMBRANE IN WATER TREATMENT. *TEKNIK*, 29(1), 5-8. <https://doi.org/10.14710/teknik.v29i1.1898>
- [10] Ivana, Shelvya & Wahid, Mulyadi. (2022). PEMANFAATAN FILTRASI MULTIMEDIA DALAM MENGOLAH AIR PAYAU DI DESA GOSONG TELAGA BARAT KABUPATEN ACEH SINGKIL. *Lingkar : Journal of Environmental Engineering*. 2. 16-28. 10.22373/ljee.v2i1.1865.
- [11] Apriyani, Nani & Novri, Novrianti. (2020). PENGGUNAAN KARBON AKTIF DAN ZEOLIT TAK TERAKTIVASI DALAM ALAT PENYARING AIR LIMBAH LAUNDRY. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*. 6. 10.20527/jukung.v6i1.8240.