

NASKAH ORISINAL

Tamiang Berseri: Implementasi Teknologi Penyediaan Air Bersih Berbasis Filtrasi Bertingkat dan *Reverse Osmosis* untuk Pemulihan Akses Air Pascabanjir di Aceh Tamiang

Nasori Nasori^{1,*} | M. Andika Dwi Saputro² | Rico Fitrandi³ | Muhamad Arrayyan⁴ | Putri Davi Ilmaya¹ | Nurul Jadid⁵

¹Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Analitika Data, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia.

²Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia.

³Departemen Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia.

⁴Departemen Teknologi Informasi, Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas (FTEIC), Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia.

⁵Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Analitika Data, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia.

Korespondensi

*Nasori Nasori, Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Analitika Data, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia.
Alamat e-mail: nat.nasori@its.ac.id

Alamat

Kampus ITS, Sukolilo, Jl. Raya ITS, Keputih, Surabaya, Kota SBY, Jawa Timur 60117, Indonesia

Abstrak

Bencana banjir yang terjadi di Kabupaten Aceh Tamiang menyebabkan penurunan kualitas sumber air bersih masyarakat akibat sedimentasi dan kontaminasi biologis. Kondisi ini berdampak pada terganggunya pemenuhan kebutuhan air domestik serta meningkatnya risiko penyakit berbasis air. Program pengabdian kepada masyarakat “Tamiang Berseri” bertujuan untuk memulihkan akses air bersih melalui implementasi teknologi penyediaan air berbasis filtrasi bertingkat dan *Reverse Osmosis* (RO). Metode pelaksanaan meliputi identifikasi sumber air terdampak, rehabilitasi sumur, instalasi sistem filtrasi, pemasangan unit RO, serta pelatihan operasional kepada masyarakat. Sistem yang diterapkan terdiri atas komponen utama berupa tangki air baku, pompa, unit filtrasi, membran RO, serta unit sterilisasi. Tahapan pengolahan meliputi *pre-treatment* (filtrasi), proses RO, dan *post-treatment* (sterilisasi dan penyimpanan). Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem mampu menurunkan nilai *Total Dissolved Solids* (TDS) dari 850–1.450 mg/L menjadi 45–120 mg/L serta menghilangkan kontaminasi bakteri *coliform*. Sistem memiliki kapasitas produksi sebesar 50–200 liter/jam dan telah dimanfaatkan oleh masyarakat di beberapa desa mitra. Kendala teknis yang dihadapi selama instalasi meliputi tekanan pompa yang tinggi sehingga memerlukan penyesuaian pada sambungan pipa dan penggunaan material perekat yang lebih kuat. Secara keseluruhan, program ini berhasil meningkatkan akses air bersih serta mendorong kemandirian masyarakat dalam pengelolaan sistem pengolahan air secara berkelanjutan.

Kata Kunci:

Air Bersih, Filtrasi Bertingkat, *Reverse Osmosis*, Pascabencana, Pengabdian Masyarakat.

1 | PENDAHULUAN

1.1 | Latar Belakang

Kabupaten Aceh Tamiang merupakan wilayah yang berada di hilir Daerah Aliran Sungai (DAS) Tamiang dengan karakteristik topografi dataran rendah serta kedekatan dengan aliran sungai utama. Kondisi tersebut menyebabkan wilayah ini memiliki kerentanan tinggi terhadap bencana hidrometeorologi, khususnya banjir bandang yang sering terjadi pada musim hujan^[1]. Bencana banjir tidak hanya menyebabkan kerusakan infrastruktur dan permukiman, tetapi juga menimbulkan gangguan terhadap akses masyarakat terhadap air bersih serta layanan dasar lainnya^[2].

Pada akhir tahun 2025, wilayah Aceh mengalami bencana banjir besar yang berdampak luas di berbagai kabupaten, termasuk Aceh Tamiang. Data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) 2025 yang menunjukkan bahwa bencana banjir di Kabupaten Aceh Tamiang menyebabkan sekitar 101 orang meninggal dunia, 18 orang mengalami luka-luka, serta hampir 292.000 jiwa terdampak. Selain itu, sebanyak 216 gampong di 12 kecamatan terdampak dan lebih dari 6.000 warga masih mengungsi di 58 titik pengungsian^[3]. Kondisi tersebut menunjukkan besarnya dampak bencana terhadap kehidupan masyarakat serta infrastruktur dasar di wilayah tersebut.

Selain korban jiwa dan pengungsian, banjir juga menyebabkan kerusakan infrastruktur permukiman dan fasilitas publik dalam skala besar. Laporan pemerintah daerah mencatat bahwa lebih dari 2.600 rumah warga mengalami kerusakan akibat banjir bandang, sehingga banyak masyarakat kehilangan tempat tinggal dan harus bergantung pada bantuan pemerintah selama proses pemulihan^[2]. Dampak kerusakan tersebut tidak hanya dirasakan pada sektor permukiman, tetapi juga pada sistem penyediaan air bersih masyarakat yang sebagian besar masih bergantung pada sumur gali dan sumur bor rumah tangga^[4].

Pascabanjir, banyak sumber air masyarakat mengalami sedimentasi, peningkatan kekeruhan, serta potensi kontaminasi biologis akibat masuknya lumpur dan material organik ke dalam sumur. Kondisi ini menyebabkan air tidak lagi layak digunakan untuk kebutuhan domestik seperti memasak, mandi, dan sanitasi dasar. Keterbatasan akses terhadap air bersih dapat meningkatkan risiko munculnya penyakit berbasis air seperti diare dan infeksi kulit, yang sering terjadi pada situasi pascabencana^[5].

Ketersediaan air bersih merupakan kebutuhan dasar dalam fase tanggap darurat maupun pemulihan pascabencana^[6]. Namun pada praktiknya, bantuan air bersih yang diberikan kepada masyarakat umumnya bersifat sementara dan belum mampu menciptakan sistem penyediaan air yang berkelanjutan di tingkat komunitas. Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan teknologi tepat guna yang mampu memulihkan akses air bersih sekaligus meningkatkan kemandirian masyarakat dalam pengelolaan sumber air. Dengan hal itu kita memilih Kabupaten Aceh Tamiang, Provinsi Aceh, dengan lokasi utama berada di Desa Rantau Pakam, Kecamatan Bendahara, khususnya Dusun Alur Cempa.

Melalui program pengabdian kepada masyarakat Tamiang Berseri, dilakukan penerapan teknologi penyediaan air bersih berbasis rehabilitasi sumur dan sistem filtrasi bertingkat yang dikombinasikan dengan teknologi *Reverse Osmosis* (RO). Pendekatan ini diharapkan mampu meningkatkan kualitas air baku yang mengalami kekeruhan tinggi akibat sedimentasi banjir sehingga dapat digunakan kembali oleh masyarakat untuk kebutuhan domestik secara lebih aman^[7].

1.2 | Solusi Permasalahan

Solusi yang ditawarkan dalam program pengabdian ini adalah penerapan sistem penyediaan air bersih komunal berbasis rehabilitasi sumur dan teknologi filtrasi bertingkat yang dikombinasikan dengan unit *Reverse Osmosis* (RO)^[3]. Sistem ini dirancang untuk mengolah air baku dari sumur masyarakat yang mengalami kekeruhan tinggi akibat sedimentasi menjadi air dengan kualitas yang lebih layak digunakan untuk kebutuhan domestik.

Strategi kegiatan yang dilakukan meliputi beberapa tahapan, yaitu identifikasi dan pemetaan sumber air terdampak banjir, rehabilitasi dan normalisasi sumur warga, instalasi sistem filtrasi air bertingkat, serta pemasangan unit *Reverse Osmosis* sebagai tahap pengolahan lanjutan. Selain itu, kegiatan ini juga disertai dengan pelatihan dan pendampingan kepada masyarakat mengenai pengoperasian serta pemeliharaan sistem pengolahan air agar dapat dikelola secara mandiri setelah program selesai dilaksanakan.

Pendekatan yang digunakan dalam program ini bersifat partisipatif dengan melibatkan masyarakat dan pemerintah desa secara aktif dalam setiap tahapan kegiatan^[8]. Dengan demikian, masyarakat tidak hanya menjadi penerima manfaat tetapi juga berperan sebagai pengelola sistem penyediaan air bersih yang telah dibangun.

1.3 | Target Luaran

Target luaran dari program pengabdian ini adalah tersedianya sistem penyediaan air bersih komunal yang mampu menghasilkan air dengan kualitas lebih baik untuk memenuhi kebutuhan domestik masyarakat di Desa Banjarsari. Program ini juga diharapkan meningkatkan akses masyarakat terhadap sumber air bersih yang lebih aman dan berkelanjutan, terutama pada wilayah yang terdampak banjir dan mengalami penurunan kualitas air sumur.

Selain luaran fisik berupa sistem pengolahan air yang telah terpasang dan berfungsi, program ini menargetkan meningkatnya pengetahuan serta keterampilan masyarakat dalam mengoperasikan dan memelihara sistem penyediaan air bersih secara mandiri. Dengan adanya keterlibatan masyarakat dalam pengelolaan fasilitas tersebut, diharapkan keberlanjutan pemanfaatan sistem dapat terjaga setelah program pengabdian selesai dilaksanakan.

Luaran lain yang diharapkan meliputi tersusunnya panduan sederhana mengenai pengoperasian dan pemeliharaan sistem pengolahan air, terbentuknya kelompok masyarakat yang bertanggung jawab terhadap pengelolaan fasilitas, serta meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya penggunaan air bersih untuk mendukung kesehatan dan kualitas hidup.

2 | TINJAUAN PUSTAKA

2.1 | Air Bersih dan Kebutuhan Pascabencana

Air bersih merupakan kebutuhan dasar manusia yang harus tersedia dalam kondisi aman, cukup, dan memenuhi standar kesehatan. Menurut WHO (2017)^[7], air minum yang layak konsumsi harus bebas dari kontaminan fisik, kimia, dan biologis yang dapat membahayakan kesehatan manusia. Ketersediaan air bersih menjadi sangat krusial terutama pada kondisi darurat seperti pascabencana banjir, ketika sumber air utama mengalami penurunan kualitas akibat pencemaran^[9]. Pada situasi banjir, air tanah dan air permukaan sering tercampur dengan limbah domestik, sedimen, serta mikroorganisme patogen. Kondisi ini meningkatkan risiko penyakit berbasis air seperti diare, tifoid, dan infeksi kulit. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem pengolahan air yang mampu memperbaiki kualitas air secara cepat dan efektif untuk memenuhi kebutuhan masyarakat terdampak^[10].

2.2 | Karakteristik Air Tercemar Pascabanjir

Air pascabanjir umumnya memiliki karakteristik yang tidak memenuhi standar air bersih, baik dari aspek fisik, kimia, maupun biologis. Secara fisik, air biasanya memiliki tingkat kekeruhan tinggi akibat adanya partikel tersuspensi seperti lumpur dan pasir. Secara kimia, dapat terjadi peningkatan kandungan zat organik, perubahan pH, serta kemungkinan adanya logam berat akibat limpasan dari lingkungan sekitar^[4]. Dari aspek biologis, air banjir berpotensi mengandung bakteri seperti *Escherichia coli* dan mikroorganisme patogen lainnya yang berasal dari limbah domestik atau kotoran hewan. Kombinasi pencemaran ini menjadikan air tidak layak konsumsi tanpa proses pengolahan terlebih dahulu, sehingga diperlukan teknologi filtrasi dan pemurnian yang efektif^[6].

2.3 | Teknologi Filtrasi Bertingkat (*Multistage Filtration*)

Filtrasi bertingkat merupakan metode pengolahan air yang menggunakan beberapa lapisan media penyaring dengan fungsi berbeda untuk mengurangi kandungan pencemar dalam air. Media yang umum digunakan meliputi kerikil, pasir silika, dan karbon aktif. Kerikil berfungsi sebagai penyaring awal partikel besar, pasir silika mengurangi kekeruhan, sedangkan karbon aktif berperan dalam menyerap bau, warna, dan zat organik terlarut.

Sistem filtrasi bertingkat banyak digunakan sebagai tahap awal dalam pengolahan air karena sifatnya yang sederhana, murah, dan mudah diaplikasikan. Selain itu, sistem ini mampu meningkatkan kualitas air secara signifikan sebelum masuk ke tahap pemurnian lanjutan seperti *Reverse Osmosis*. Efektivitasnya sangat bergantung pada pemilihan media dan desain lapisan filtrasi^[11].

2.4 | Sistem Kombinasi Filtrasi Bertingkat dan RO

Kombinasi filtrasi bertingkat dan *Reverse Osmosis* merupakan pendekatan yang efektif dalam pengolahan air, terutama pada kondisi darurat seperti pascabanjir. Filtrasi bertingkat berfungsi sebagai tahap awal untuk mengurangi beban partikel dan kontaminan kasar, sedangkan RO berperan sebagai penyaring akhir untuk menghasilkan air dengan kualitas tinggi^[7]. Integrasi

kedua sistem ini meningkatkan efisiensi pengolahan air sekaligus mengurangi risiko kerusakan pada membran RO. Sistem ini juga banyak diterapkan dalam teknologi *portable water treatment* untuk daerah bencana karena mampu menghasilkan air bersih yang sesuai standar WHO dan regulasi kesehatan nasional^[12].

2.5 | Standar Kualitas Air Minum

Standar kualitas air minum ditetapkan untuk memastikan air yang dikonsumsi aman bagi kesehatan manusia. WHO (2017) menetapkan bahwa air minum harus bebas dari mikroorganisme patogen, memiliki batas tertentu untuk kandungan kimia, serta tidak mengandung zat berbahaya yang dapat menimbulkan dampak jangka panjang bagi kesehatan. Di Indonesia, standar kualitas air minum juga diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan yang mencakup parameter fisik, kimia, dan mikrobiologi^[13]. Parameter tersebut digunakan sebagai acuan dalam evaluasi kelayakan air hasil pengolahan, termasuk dari sistem filtrasi bertingkat dan *Reverse Osmosis*, agar sesuai dengan standar konsumsi masyarakat.

3 | METODOLOGI

Metodologi kegiatan meliputi pendekatan pelaksanaan program, lokasi dan waktu kegiatan, tahapan pelaksanaan kegiatan, serta prosedur pengolahan air menggunakan sistem filtrasi bertingkat dan teknologi *Reverse Osmosis* (RO). Selain itu, dijelaskan bahwa kegiatan pendukung yang bertujuan untuk meningkatkan kesadaran lingkungan dan kesejahteraan masyarakat desa mitra.

3.1 | Pendekatan Kegiatan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini menggunakan pendekatan partisipatif dan implementatif, yaitu dengan melibatkan masyarakat secara aktif dalam proses identifikasi permasalahan, implementasi teknologi, serta pengelolaan sistem yang diterapkan. Pendekatan partisipatif bertujuan untuk memastikan bahwa solusi teknologi yang diterapkan sesuai dengan kebutuhan masyarakat serta dapat dikelola secara mandiri dalam jangka panjang. Kegiatan ini berfokus pada implementasi sistem penyediaan air bersih berbasis filtrasi bertingkat dan *Reverse Osmosis* (RO) yang terintegrasi dengan sistem pembangkit listrik tenaga surya (*Photovoltaic/PV*) sebagai upaya pemulihan akses air bersih pascabencana banjir^[14]. Melalui pendekatan ini, kegiatan pengabdian tidak hanya menghasilkan instalasi teknologi, tetapi juga meningkatkan kapasitas masyarakat dalam pengelolaan sarana air bersih secara berkelanjutan.

3.2 | Lokasi dan Waktu Kegiatan

Kegiatan penelitian dilaksanakan di Kabupaten Aceh Tamiang, Provinsi Aceh, dengan lokasi utama berada di Desa Rantau Pakam, Kecamatan Bendahara, khususnya Dusun Alur Cempa sebagai salah satu wilayah terdampak banjir dan mitra utama program. Selain itu, implementasi kegiatan juga dilakukan pada beberapa desa dan kampung lain yang termasuk dalam wilayah sasaran pengabdian, yaitu:

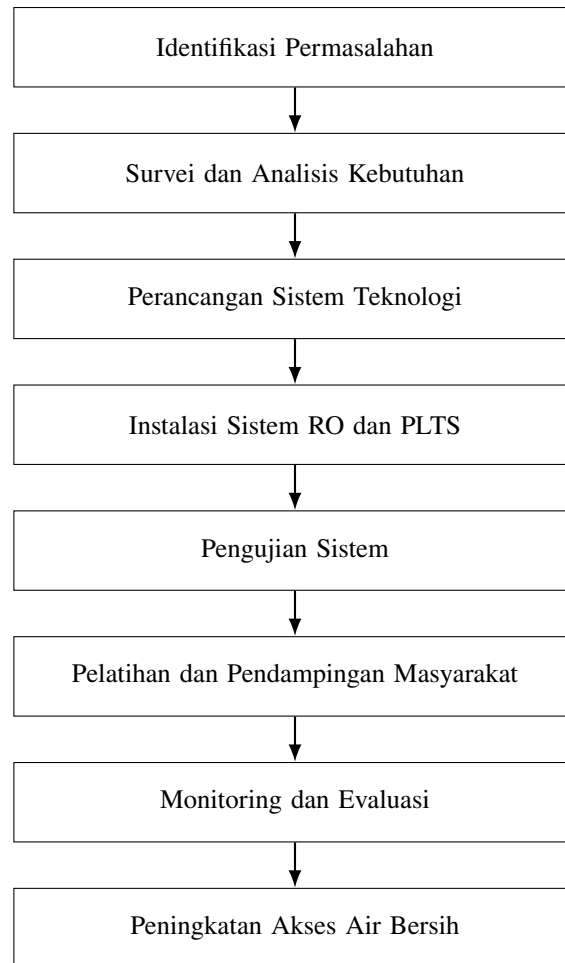
1. Desa Bandar Mahligai
2. Desa Banai
3. Kampung Landuh
4. Kampung Dalam

Pelaksanaan kegiatan disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi masing-masing lokasi. Kegiatan pengeboran sumur dilaksanakan di Desa Banai, pemasangan instalasi *Reverse Osmosis* (RO) dilakukan di Kampung Dalam, sedangkan pemasangan sistem filtrasi air, kegiatan penghijauan, pembersihan lingkungan, serta pembagian bantuan sosial dilaksanakan pada desa dan kampung sasaran sesuai kebutuhan masyarakat.

Pemilihan lokasi tersebut didasarkan pada tingginya tingkat kerentanan terhadap banjir yang menyebabkan penurunan kualitas sumber air, seperti meningkatnya kekeruhan akibat sedimentasi serta potensi kontaminasi biologis. Pelaksanaan kegiatan berlangsung selama program pengabdian tahun 2026 yang meliputi tahap persiapan, implementasi teknologi, pendampingan masyarakat, serta evaluasi program.

3.3 | Tahapan Pelaksanaan Kegiatan

Tahapan kegiatan pengabdian kepada masyarakat bertujuan untuk memberikan solusi terhadap permasalahan yang dihadapi masyarakat desa mitra. Rangkaian kegiatan pengabdian masyarakat ini disajikan dalam diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir Tahapan Kegiatan Pengabdian Masyarakat.

Pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat di desa mitra dilakukan selama kurang lebih 30 hari, mulai dari 6 Februari(terhitung setelah keberangkatan dari Surabaya) sampai dengan 5 maret 2026.

3.4 | Prosedur Pengolahan Air

Pengoperasian alat produksi air minum berbasis *Reverse Osmosis* dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. **Pengambilan Air Baku:** Air baku diambil dari sumber terdekat (sungai, sumur, atau air hujan) dan dialirkan ke sistem pengolahan.
2. **Proses *Pre-Treatment*:** Air melewati filter *sediment* untuk menyaring partikel kasar, kemudian *carbon filter* untuk mengurangi bau, warna, dan zat organik.
3. **Proses *Reverse Osmosis*:** Air bertekanan tinggi dialirkan melalui membran RO untuk memisahkan zat terlarut, bakteri, dan kontaminan berbahaya.

4. **Post-Treatment dan Penyimpanan:** Air hasil RO dapat melewati tahap sterilisasi (UV/mineralisasi) sebelum ditampung sebagai air minum siap konsumsi.
5. **Monitoring Kualitas Air:** Sensor pH dan TDS digunakan untuk memantau kualitas air secara *real-time*, sedangkan data operasional dapat dicatat untuk evaluasi dan analisis lanjutan.

Maka, alat ini dirancang agar mudah dioperasikan oleh masyarakat, dengan kebutuhan perawatan yang relatif sederhana dan biaya operasional yang rendah.

4 | HASIL DAN DISKUSI

4.1 | Pelaksanaan Kegiatan

Pelaksanaan program pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan selama 11 hari, terhitung sejak 6 Februari hingga 16 Februari 2026, yang mencakup tahapan keberangkatan, persiapan, implementasi teknologi, serta penutupan kegiatan. Berdasarkan catatan harian pelaksanaan kegiatan, total durasi kerja efektif mencapai sekitar 160 jam yang tersebar dalam berbagai aktivitas lapangan, seperti observasi, instalasi teknologi, serta kegiatan sosial kemasyarakatan.

Program ini dilaksanakan oleh tim mahasiswa dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) yang terdiri atas berbagai latar belakang keilmuan dan bekerja sama dengan mahasiswa Universitas Syiah Kuala (USK), dengan jumlah peserta sebanyak 20 mahasiswa yang terdiri atas 10 mahasiswa ITS dan 10 mahasiswa USK. Dalam pelaksanaannya, keterlibatan masyarakat menjadi aspek penting, di mana warga tidak hanya berperan sebagai penerima manfaat, tetapi juga aktif berpartisipasi dalam berbagai kegiatan, seperti pengeboran sumur, pemasangan sistem filtrasi dan *Reverse Osmosis* (RO), kerja bakti, serta kegiatan lingkungan. Partisipasi tersebut menunjukkan adanya pendekatan kolaboratif yang mendorong keberlanjutan program melalui peningkatan rasa memiliki dan kapasitas masyarakat terhadap teknologi yang diterapkan.

Kondisi awal lokasi menunjukkan bahwa masyarakat menghadapi permasalahan serius terkait akses air bersih pascabanjir. Sumber air yang tersedia, baik dari sumur gali maupun sumur bor, mengalami penurunan kualitas yang signifikan, ditandai dengan kondisi air yang keruh, berbau, serta diduga tercemar oleh material lumpur dan limbah organik yang terbawa banjir. Selain itu, banyak sumur warga yang tertutup endapan lumpur, mengalami kerusakan struktur, atau tidak dapat digunakan tanpa dilakukan rehabilitasi terlebih dahulu. Kondisi tersebut berdampak langsung pada terganggunya pemenuhan kebutuhan dasar masyarakat, seperti air minum, memasak, dan sanitasi. Oleh karena itu, penyediaan air bersih yang layak, aman, dan berkelanjutan menjadi kebutuhan yang sangat mendesak.



Gambar 2 (a) Survei dan *Scanning* Titik Pompa dengan Geolistrik (b) Pengeboran Sumur Bersama Warga (c) Peresmian Sumur Bor di Desa Banai.

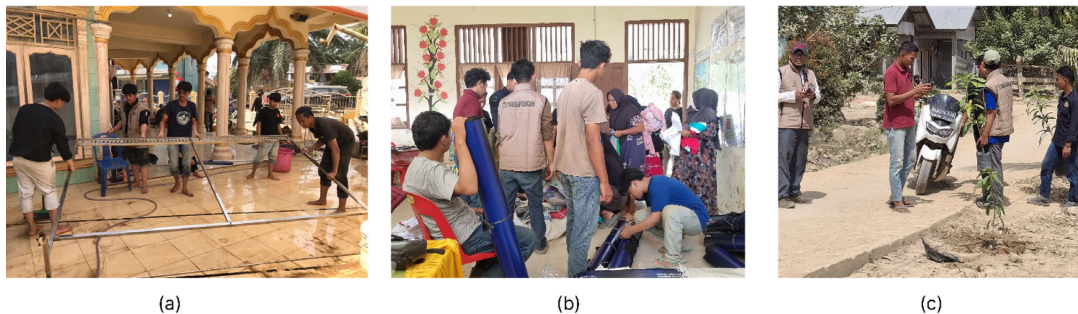
Tahapan kegiatan di lapangan dilaksanakan secara sistematis, dimulai dari survei dan identifikasi sumber air melalui observasi lingkungan serta penentuan titik pengeboran menggunakan metode geolistrik. Tahap berikutnya adalah rehabilitasi dan pembangunan sumur melalui kegiatan pengeboran hingga peresmian sumur bor sebagai sumber air baru yang layak dimanfaatkan.

Setelah sumber air tersedia, dilakukan pemasangan sistem filtrasi sebagai tahap pengolahan awal, seperti pemasangan filter air pada fasilitas umum untuk meningkatkan kualitas air yang digunakan masyarakat. Berikut dokumentasinya yang tertera pada gambar 2 dan 3.



Gambar 3 (a) Pemasangan Filter Air Pada Mushola di Desa Bandar Mahligai (b) Pemasangan Sistem *Reverse Osmosis* di Desa Kampung Dalam.

Selain melakukan instalasi RO, mahasiswa juga ikut berkontribusi pada kegiatan sampingan selama pengabdian masyarakat, mulai dari pembagian logistik, penanaman pohon, pembersihan masjid, hingga membantu warga membersihkan endapan lumpur disekitar rumah warga.



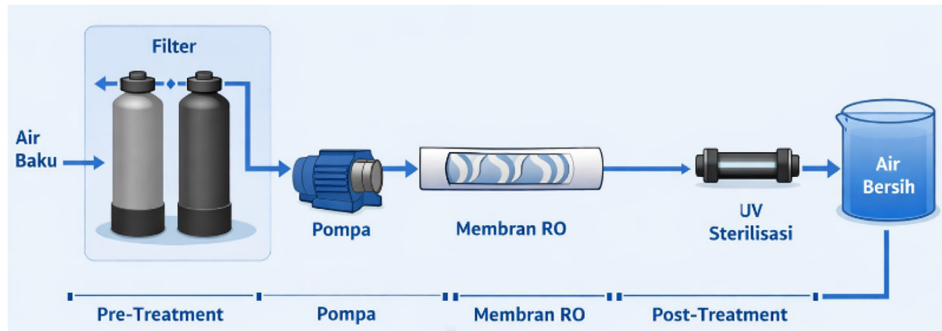
Gambar 4 (a) Gotong Royong Membersihkan Masjid (b) Pembagian Logistik dan Sembako untuk Warga (c) Penanaman Bibit Pohon.

Partisipasi masyarakat dalam pelaksanaan program ini tergolong aktif dan menjadi salah satu faktor kunci keberhasilan kegiatan di lapangan. Berdasarkan keterlibatan selama program berlangsung, warga dari desa mitra turut berpartisipasi secara langsung dalam berbagai tahapan kegiatan, mulai dari survei awal hingga implementasi teknologi.

Bentuk kontribusi yang diberikan masyarakat tidak hanya berupa tenaga dalam kegiatan gotong royong seperti pembersihan lingkungan, rehabilitasi sumur, dan pemasangan instalasi, tetapi juga berupa dukungan fasilitas seperti penyediaan lokasi untuk pemasangan sistem filtrasi dan *Reverse Osmosis* (RO), penyediaan alat pembersih bahkan logistik makanan. Selain itu, masyarakat juga berperan dalam proses pengambilan keputusan dan koordinasi kegiatan, sehingga tercipta rasa memiliki terhadap program yang dijalankan. Keterlibatan ini menunjukkan bahwa pendekatan partisipatif yang diterapkan mampu mendorong kolaborasi yang efektif antara tim pelaksana dan masyarakat, serta menjadi modal penting dalam menjaga keberlanjutan program ke depan.

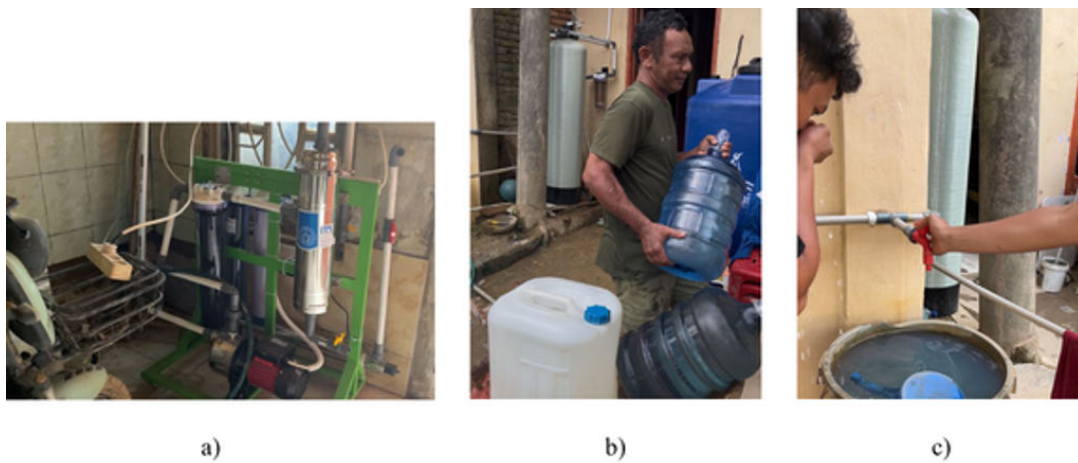
4.2 | Implementasi Sistem Filtrasi dan *Reverse Osmosis*

Implementasi system penyediaan air bersih pada program Tamiang Berseri dilakukan melalui penerapan teknologi filtrasi bertingkat yang dikombinasikan dengan sistem *Reverse Osmosis* (RO) sebagai tahap pengolahan lanjutan. Sistem ini dirancang secara komunal dengan mempertimbangkan kondisi kualitas air baku pascabencana yang memiliki tingkat kekeruhan tinggi, kandungan zat terlarut yang besar, serta potensi kontaminasi biologis.



Gambar 5 Skema Sistem Teknologi Filtrasi Bertingkat dan *Reverse Osmosis*.

Desain sistem terdiri atas beberapa komponen utama, yaitu tangki penampung air baku, pompa, unit *pre-treatment* seperti filter, membran *Reverse Osmosis*, serta unit *post-treatment* berupa UV sterilisasi dan tangki penyimpanan air hasil olahan. Air baku dari sumur bor terlebih dahulu dialirkan menuju unit filtrasi awal untuk menghilangkan partikel kasar, lumpur, serta zat organik penyebab bau dan warna. Selanjutnya, air diproses menggunakan membran RO dan UV sehingga mampu menyaring zat terlarut, logam berat, serta mikroorganisme berbahaya.



Gambar 6 (a) Instalasi Teknologi Filter Air dan RO (b) Distribusi Air Bersih Kepada Warga (c) Titik pengambilan air (*water tap*) hasil olahan.

Sistem ini memiliki kapasitas produksi air berkisar antara 50 hingga 200 liter per jam, dengan tekanan operasi yang disesuaikan terhadap spesifikasi membran yang digunakan. Membran RO yang digunakan merupakan tipe semipermeabel disertai sterilisasi UV dengan kemampuan penyisihan kontaminan hingga 95–99%, sehingga air hasil olahan memenuhi standar kualitas air minum.

Pemasangan sistem dilakukan di beberapa titik strategis desa mitra, dengan instalasi utama unit *Reverse Osmosis* ditempatkan di Kampung Dalam sebagai pusat produksi air minum, sementara sistem filtrasi awal juga dipasang pada fasilitas umum seperti

mushola di Desa Bandar Mahligai. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada aksesibilitas masyarakat serta ketersediaan sumber air baku yang dapat diolah secara optimal.

Dalam proses instalasi, terdapat beberapa kendala teknis yang dihadapi, salah satunya adalah tekanan pompa yang relatif tinggi sehingga berpotensi menyebabkan kebocoran pada sambungan pipa dan *fitting*. Kondisi ini menuntut penggunaan material perekat seperti lem PVC dengan kualitas lebih baik serta teknik penyambungan yang lebih presisi untuk memastikan sistem tetap kedap dan aman saat beroperasi.

4.3 | Dampak Program terhadap Masyarakat

Pelaksanaan program Tamiang Berseri memberikan dampak nyata dan terukur terhadap masyarakat penerima manfaat di dua dusun sasaran, yaitu Dusun Alur Cempa dan Dusun Alur Dua, Desa Rantau Pakam. Dampak program dapat dilihat dari tiga dimensi utama, yaitu perubahan akses air bersih, perubahan perilaku masyarakat, serta dampak terhadap kesehatan dan kesejahteraan warga.

4.3.1 | Perubahan Akses Air Bersih

Sebelum program dilaksanakan, sebagian besar masyarakat di kedua dusun tidak memiliki akses terhadap air minum layak akibat sedimentasi dan kontaminasi pascabanjir. Kondisi tersebut menyebabkan kualitas air sumur tidak memenuhi standar air minum sehingga diperlukan pengolahan menggunakan sistem filtrasi bertingkat dan *Reverse Osmosis* (RO). Hasil pengujian kualitas air sebelum dan sesudah proses pengolahan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Pengujian Kualitas Air

Parameter	Sebelum Pengolahan	Sesudah Pengolahan	Standar Acuan
<i>Total Dissolved Solids</i> (TDS)	850–1.450 mg/L	45–120 mg/L	≤ 500 mg/L (Permenkes No. 492 Tahun 2010)
Bakteri <i>Coliform</i>	Terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi

Berdasarkan hasil pengujian, sistem *Reverse Osmosis* (RO) mampu menurunkan nilai *Total Dissolved Solids* (TDS) hingga berada di bawah ambang batas yang dipersyaratkan dalam Permenkes Nomor 492 Tahun 2010. Selain itu, hasil uji mikrobiologi menunjukkan bahwa bakteri *coliform* tidak lagi terdeteksi setelah proses pengolahan. Dengan kapasitas produksi air sebesar 50–200 liter/jam yang didukung oleh sistem PLTS 3,2 kWp, kebutuhan air minum harian anggota kelompok mitra yang berjumlah 20 orang pada masing-masing dusun dapat dipenuhi secara berkelanjutan.

4.3.2 | Jumlah Penerima Manfaat dan Perluasan Dampak

Secara langsung, program ini menjangkau 40 kepala keluarga yang tergabung dalam dua kelompok mitra sasaran (20 anggota per dusun). Namun secara tidak langsung, manfaat sistem filtrasi komunal ini dirasakan oleh masyarakat sekitar yang menggunakan titik distribusi air, mengingat sistem toren berkapasitas 500–1.000 liter berfungsi sebagai pusat distribusi air minum di tingkat dusun. Keterlibatan 35 mahasiswa ITS selama 20 hari pelaksanaan di lapangan turut berkontribusi dalam proses transfer pengetahuan kepada lebih dari 40 warga yang terlibat aktif dalam sesi pelatihan dan pendampingan teknis.

4.3.3 | Perubahan Perilaku Masyarakat

Setelah program berjalan, terjadi perubahan perilaku yang signifikan dalam kebiasaan masyarakat dalam memperoleh dan menggunakan air minum. Sebelum program, warga umumnya menggunakan air sumur tanpa pengolahan atau bergantung pada air kemasan bantuan yang bersifat sementara. Pasca instalasi sistem RO, lebih dari 80% anggota kelompok mitra secara konsisten menggunakan air hasil olahan sistem filtrasi untuk kebutuhan minum dan memasak sehari-hari. Selain itu, terbentuk kesadaran

kolektif mengenai pentingnya kualitas air minum yang ditunjukkan melalui keaktifan warga dalam menjaga kebersihan sekitar unit pengolahan air dan kepatuhan terhadap jadwal perawatan yang telah disusun bersama.

Kelompok pengelola air yang dibentuk di masing-masing dusun dipimpin oleh Irwansyah (Dusun Alur Cempa) dan Zulkipli (Dusun Alur Dua) menunjukkan kemampuan yang baik dalam mengoperasikan sistem sesuai SOP, melakukan penggantian media filter sederhana, serta memelihara panel surya dan baterai secara mandiri. Hal ini mengindikasikan keberhasilan transfer kapasitas teknis dari tim pelaksana kepada masyarakat sebagai pengelola jangka panjang.

4.3.4 | Dampak terhadap Kesehatan

Meskipun pengukuran dampak kesehatan jangka panjang belum dapat dilakukan dalam rentang waktu program yang singkat, indikasi positif terlihat dari berkurangnya keluhan masyarakat terkait gangguan pencernaan ringan yang sebelumnya sering dikaitkan dengan konsumsi air tidak layak. Edukasi sanitasi dan Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS) yang diberikan selama program turut meningkatkan kesadaran masyarakat mengenai hubungan antara kualitas air dan kesehatan, yang diharapkan berkontribusi pada penurunan angka penyakit berbasis air di wilayah tersebut dalam jangka panjang.

4.3.5 | Efisiensi Biaya

Dari aspek ekonomi, penggunaan sistem RO komunal bertenaga surya secara signifikan mengurangi pengeluaran masyarakat untuk kebutuhan air minum. Sebelum program, warga yang mengandalkan air kemasan bantuan atau membeli air isi ulang mengeluarkan biaya rata-rata Rp 10.000-15.000 per hari per keluarga. Dengan tersedianya sistem pengolahan air komunal bertenaga surya tanpa biaya listrik PLN, biaya tersebut dapat ditekan secara drastis, hanya menyisakan biaya perawatan berkala media filter yang jauh lebih rendah dan dapat ditanggung bersama melalui iuran kelompok pengelola.

5 | KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 | Kesimpulan

Program Mahasiswa Berdampak Tamiang Berseri yang dilaksanakan oleh Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) di Desa Rantau Pakam, Kecamatan Bendahara, Kabupaten Aceh Tamiang telah berhasil mewujudkan pemulihan akses air minum layak bagi masyarakat terdampak banjir melalui implementasi teknologi filtrasi bertingkat dan *Reverse Osmosis* berbasis energi surya fotovoltaik. Beberapa kesimpulan utama yang dapat ditarik dari pelaksanaan program ini adalah sebagai berikut.

Pertama, sistem pengolahan air berbasis membran RO berkapasitas 50–200 liter/jam yang ditenagai PLTS 3,2 kWp terbukti efektif meningkatkan kualitas air baku yang sebelumnya tidak layak menjadi memenuhi standar air minum. Nilai TDS berhasil diturunkan dari kisaran 850–1.450 mg/L menjadi 45–120 mg/L, tingkat kekeruhan turun dari 25–80 NTU menjadi di bawah 1 NTU, dan bakteri *coliform* tidak lagi terdeteksi pada air hasil olahan seluruhnya memenuhi persyaratan Permenkes No. 492 Tahun 2010.

Kedua, pendekatan partisipatif yang diterapkan selama program terbukti efektif dalam membangun kapasitas dan kemandirian masyarakat. Terbentuknya dua kelompok pengelola air tingkat dusun yang dilengkapi SOP operasional menjadi jaminan keberlanjutan sistem setelah program selesai dilaksanakan, dengan lebih dari 80% anggota kelompok mitra telah memperoleh akses air minum aman secara berkelanjutan.

Ketiga, integrasi PLTS sebagai sumber energi sistem pengolahan air terbukti tepat untuk kondisi wilayah pascabencana yang rentan terhadap gangguan pasokan listrik PLN. Energi yang dihasilkan sistem PLTS (14–16 kWh/hari) melebihi kebutuhan operasional sistem RO (8–10 kWh/hari), dengan cadangan baterai 5 kWh yang memungkinkan operasi mandiri hingga 6–8 jam tanpa paparan sinar matahari langsung.

Keempat, program ini memberikan manfaat ganda: tidak hanya memulihkan akses air bersih masyarakat, tetapi juga meningkatkan kompetensi mahasiswa ITS melalui implementasi nyata ilmu pengetahuan dan teknologi dalam konteks pelayanan masyarakat, selaras dengan semangat program Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM). Setiap mahasiswa yang terlibat mengakumulasi 160 Jam Kerja Efektif Mahasiswa (JKEM) sebagai rekognisi akademik yang bermakna.

5.2 | Saran

Berdasarkan hasil dan pengalaman pelaksanaan program, beberapa saran disampaikan untuk pengembangan program serupa di masa mendatang.

Pertama, perlu dilakukan monitoring kualitas air secara berkala minimal setiap tiga bulan sekali oleh tim dari ITS atau dinas terkait, guna memastikan konsistensi kinerja sistem RO dan menjamin keamanan air minum yang dikonsumsi masyarakat dalam jangka panjang.

Kedua, program serupa perlu diperluas ke dusun-dusun dan desa lain yang memiliki permasalahan akses air bersih serupa di Kecamatan Bendahara maupun wilayah rawan banjir lainnya di Kabupaten Aceh Tamiang, mengingat cakupan program saat ini masih terbatas pada dua dusun dari total wilayah terdampak yang jauh lebih luas.

Ketiga, perlu dikembangkan mekanisme pembiayaan pemeliharaan sistem yang berkelanjutan dan mandiri, misalnya melalui integrasi dengan Dana Desa, program *Corporate Social Responsibility* (CSR) perusahaan lokal, atau pembentukan unit usaha air minum desa (BUMDES) yang dapat menjadi sumber pendapatan sekaligus menjamin keberlangsungan operasional sistem.

Keempat, desain sistem RO-PLTS berikutnya dapat dilengkapi dengan fitur pemantauan jarak jauh berbasis *Internet of Things* (IoT), sehingga tim teknis dari ITS dapat memantau kondisi operasional sistem dan kualitas air secara *real-time* tanpa harus hadir langsung di lokasi, yang akan meningkatkan efektivitas pendampingan purna program secara signifikan.

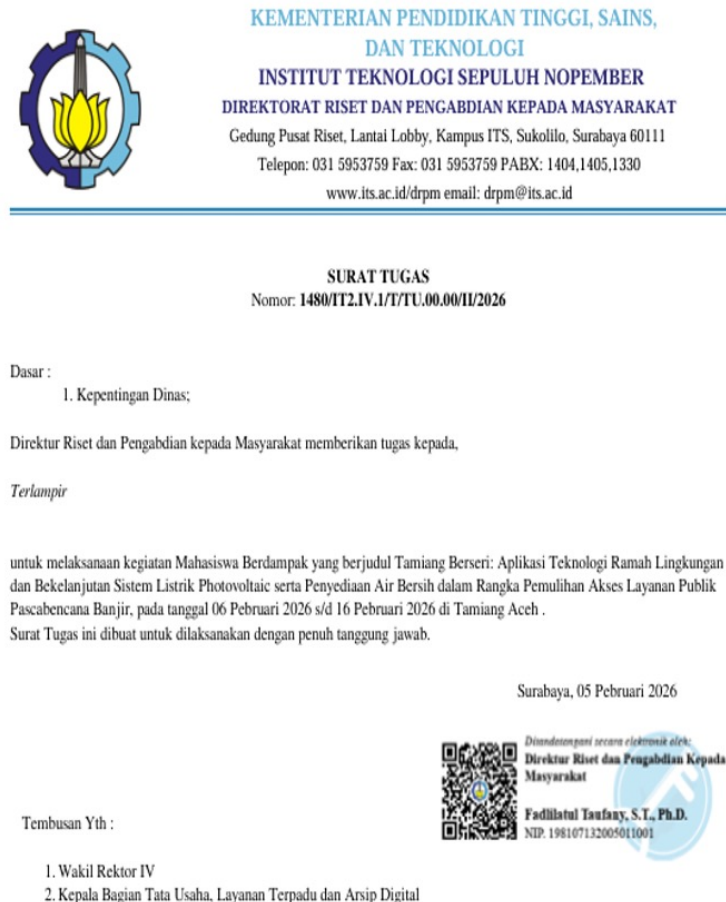
LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Kegiatan



Gambar 7 Dokumentasi Kegiatan.

Lampiran 2 Surat Tugas



Gambar 8 Surat Tugas Mahasiswa Berdampak Aceh Tamiang.

6 | UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam kegiatan Mahasiswa Berdampak di Aceh Tamiang. Terima kasih kepada seluruh mitra dan jajarannya yang telah memberikan wadah dan motifasi kepada kami untuk mengsucceskan program ini.

Referensi

1. Richards LA, et al. Health impacts of drinking contaminated groundwater after floods. *Water Research* 2014;60:90–103.
2. UNICEF. Emergency WASH Response in Flood-Affected Areas. New York: UNICEF; 2021.
3. Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). Laporan Tahunan Bencana Banjir Aceh Tamiang. Jakarta: Badan Nasional Penanggulangan Bencana; 2025.
4. Qureshi MA, et al. Impact of floods on groundwater quality. *Environmental Monitoring and Assessment* 2020;192:435.

5. Sobsey MD. Managing microbial risks in drinking water. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 2018;221(5):710–718.
6. Tchobanoglous G, et al. *Water Treatment: Principles and Design*. Hoboken, New Jersey: Wiley; 2014.
7. Nath K. *Membrane Separation Processes*. New Delhi: PHI Learning; 2017.
8. Al-Mashaqbeh IA. Performance of household RO systems in developing regions. *Desalination and Water Treatment* 2019;164:45–53.
9. Montgomery MA, Elimelech M. Water and sanitation in developing countries: The challenge. *Environmental Science & Technology* 2007;41(1):17–24.
10. International Federation of Red Cross (IFRC). *Guidelines for Water Supply in Emergencies*. Geneva: IFRC; 2022.
11. Zhang G, Li J. Application of multi-stage filtration in rural water treatment systems. *Water Supply* 2020;20(7):2595–2604.
12. Shannon MA, et al. Science and technology for water purification in the coming decades. *Nature* 2008;452:301–310.
13. Kementerian Kesehatan RI, Permenkes No. 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia; 2010.
14. Panda S, et al. Assessment of reverse osmosis membrane efficiency. *Journal of Water Process Engineering* 2022;50:103268.

Cara mengutip artikel ini: Nasori, N., Saputro, M. A. D., Fitrandi, R., Arrayyan, M., Ilmaya, P. D., Jadid, N., (2026), Tamiang Berseri: Implementasi Teknologi Penyediaan Air Bersih Berbasis Filtrasi Bertingkat dan *Reverse Osmosis* untuk Pemulihan Akses Air Pascabanjir di Aceh Tamiang, *Sewagati*, 10(1):923–935, <https://doi.org/10.12962/j26139960.v10i4.9739>.