

***Accelerating The Hygiene Recovery Of Worship Facilities Post-Flood Through The Implementation Of A Smart Electrostatic Sprayer System Based On Community Participation In Le Bintang Village***

**Akselerasi Pemulihan Higienitas Fasilitas Ibadah Pasca Banjir Melalui Penerapan Smart Electrostatic Sprayer System Berbasis Partisipasi Masyarakat Di Desa Le Bintang**

**Ahmad Ihsan<sup>1</sup>, Khairul Muttaqin<sup>2</sup>, Rahmad Bahri<sup>3</sup>, Rahman Pradipta<sup>4</sup>, Liza Fitria<sup>5</sup>, Nurul Fadilah<sup>6</sup>, Iskandar<sup>7</sup>**

Program Studi Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Samudra<sup>1,2,3,4,5,6</sup>

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Samudra<sup>7</sup>

\*[ahmadihsan@unsam.ac.id](mailto:ahmadihsan@unsam.ac.id)<sup>1</sup>, [khairulmuttaqin@unsam.ac.id](mailto:khairulmuttaqin@unsam.ac.id)<sup>2</sup>, [rahmadbahri@unsam.ac.id](mailto:rahmadbahri@unsam.ac.id)<sup>3</sup>,  
[rahman.pradipta@unsam.ac.id](mailto:rahman.pradipta@unsam.ac.id)<sup>4</sup>, [lizafitria@unsam.ac.id](mailto:lizafitria@unsam.ac.id)<sup>5</sup>, [nurulfadilah@unsam.ac.id](mailto:nurulfadilah@unsam.ac.id)<sup>6</sup>,  
[iskandar64@unsam.ac.id](mailto:iskandar64@unsam.ac.id)<sup>7</sup>

Disubmit: 23 Februari 2026, Diterima: 15 Maret 2026, Terbit: 12 April 2026

---

**ABSTRACT**

*Recurring flood disasters in Le Bintang Village pose significant challenges to the hygiene of worship facilities, particularly the meunasah, and increase the risk of environment-based diseases. This community service program aims to accelerate post-flood sanitation recovery through the implementation of a Smart Electrostatic Sprayer System based on community participation. The method adopts a Community-Based Participatory Research (CBPR) approach integrated with a technology transfer framework consisting of five stages: initiation, education, implementation, evaluation, and sustainability. The program involves establishing a sanitation task force, conducting technical training, and directly applying electrostatic disinfection technology in affected facilities. The results indicate a significant improvement in community capacity, with knowledge levels increasing from 32.5% to 86.75%. Furthermore, the applied technology improves operational efficiency by up to 450% and reduces disinfectant usage by 73% compared to conventional methods. It also provides better coverage, including hard-to-reach areas. In conclusion, this program effectively enhances environmental hygiene quality while fostering community independence and resilience in responding to future flood disasters.*

**Keywords:** Post-Flood Sanitation, Electrostatic Sprayer, Community Participation, Worship Facilities, Appropriate Technology

**ABSTRAK**

Bencana banjir yang berulang di Desa Le Bintang menimbulkan permasalahan serius terhadap higienitas fasilitas ibadah, khususnya meunasah, serta meningkatkan risiko penyakit berbasis lingkungan. Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk mempercepat pemulihan sanitasi pascabanjir melalui penerapan Smart Electrostatic Sprayer System berbasis partisipasi masyarakat. Metode yang digunakan mengadopsi pendekatan Community-Based Participatory Research (CBPR) yang terintegrasi dengan transfer teknologi melalui lima tahap, yaitu inisiasi, edukasi, implementasi, evaluasi, dan keberlanjutan. Pelaksanaan kegiatan melibatkan pembentukan tim satgas sanitasi, pelatihan operasional alat, serta penerapan langsung teknologi disinfeksi elektrostatis di meunasah terdampak. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan signifikan pada kapasitas mitra, ditandai dengan kenaikan pemahaman dari 32,5% menjadi 86,75%. Selain itu, teknologi yang diterapkan mampu meningkatkan efisiensi waktu hingga 450% dan menghemat penggunaan disinfektan sebesar 73% dibandingkan metode konvensional. Cakupan pembersihan juga lebih optimal hingga menjangkau area tersembunyi. Dengan demikian, program ini berhasil meningkatkan kualitas higienitas lingkungan sekaligus membangun kemandirian dan kesiapsiagaan masyarakat dalam menghadapi bencana banjir di masa mendatang.

**Kata Kunci:** sanitasi pascabanjir, electrostatic sprayer, partisipasi masyarakat, fasilitas ibadah, teknologi tepat guna

## 1. Pendahuluan

Bencana hidrometeorologi, khususnya banjir, telah berevolusi menjadi ancaman eksistensial yang serius bagi stabilitas sosial-ekonomi dan kesehatan masyarakat di Indonesia. Fenomena ini tidak terlepas dari krisis iklim global yang memicu anomali cuaca ekstrem. Data empiris menunjukkan bahwa peningkatan intensitas dan durasi curah hujan akibat perubahan iklim global berkorelasi lurus dengan lonjakan frekuensi kejadian banjir, terutama di wilayah dataran rendah dan pesisir yang memiliki kapasitas infiltrasi tanah terbatas (Lestari et al., 2021; Marfai et al., 2022). Di Indonesia, banjir menempati urutan teratas dalam statistik bencana tahunan, menimbulkan kerugian material yang masif serta degradasi kualitas lingkungan hidup. Kabupaten Aceh Tamiang merupakan salah satu wilayah di Provinsi Aceh dengan tingkat kerentanan (vulnerability) yang sangat tinggi terhadap bencana ini. Karakteristik geomorfologi wilayah yang didominasi oleh daerah aliran sungai (DAS) dan topografi datar menjadikan kabupaten ini sebagai wilayah rawan banjir luapan maupun banjir kiriman.

Secara spesifik, Dusun Keude Meuku di Desa Ie Bintang, Kecamatan Manyak Payed, menghadapi tantangan geografis yang kompleks dan multidimensi. Posisi wilayah yang berada di dataran rendah dan diapit oleh aliran sungai serta ekosistem rawa pasang surut menciptakan kondisi hidrologi yang rentan. Kondisi ini menyebabkan wilayah tersebut mengalami banjir berulang (recurring floods) hampir setiap tahun, khususnya pada puncak musim penghujan. Situasi ini diperparah oleh infrastruktur drainase lingkungan yang belum optimal dan sedimentasi sungai yang tinggi (Pratama & Hidayat, 2023). Bagi masyarakat Dusun Keude Meuku yang berjumlah sekitar 300–400 jiwa, banjir bukan sekadar genangan air sesaat, melainkan gangguan sistemik yang melumpuhkan sendi-sendi kehidupan. Mayoritas penduduk yang menggantungkan hidup pada sektor agraris dan perikanan darat mengalami kerentanan ganda, yakni kerugian aset produksi akibat banjir dan potensi kehilangan pendapatan harian selama masa pemulihan pascabencana.

Urgensi permasalahan banjir tidak berhenti saat air surut; fase pascabencana sering kali menghadirkan risiko kesehatan yang lebih laten dan berbahaya sebagai bencana sekunder (secondary disaster). Banjir bertindak sebagai vektor pembawa material sedimen, lumpur, sampah, dan limbah domestik yang terkontaminasi tinja atau zat kimia, yang kemudian mengendap di permukiman warga dan fasilitas umum (Rahman et al., 2020). Lingkungan yang lembap dengan residu organik pascabanjir menjadi media inkubasi yang ideal bagi proliferasi patogen berbahaya. Studi mikrobiologi lingkungan pascabanjir kerap menemukan lonjakan koloni bakteri *Leptospira*, *Escherichia coli*, *Salmonella* sp., serta berbagai jenis jamur dan parasit (Dewi & Wulandari, 2021). Tanpa intervensi sanitasi yang tepat, kondisi ini memicu wabah penyakit berbasis lingkungan (water-borne dan vector-borne diseases) seperti dermatitis, infeksi saluran pernapasan akut (ISPA), dan diare (Sukmawati et al., 2022). Dalam konteks masyarakat Desa Ie Bintang yang memiliki keterbatasan akses terhadap layanan kesehatan premium, wabah penyakit pascabanjir dapat berdampak fatal secara ekonomi dan sosial.

Permasalahan sanitasi ini menjadi jauh lebih krusial ketika dampak banjir melumpuhkan fasilitas vital masyarakat, yaitu Meunasah. Dalam struktur sosial masyarakat Aceh, Meunasah memiliki peran sentral sebagai communal hub (pusat kegiatan masyarakat), tempat berlangsungnya ibadah, musyawarah desa, pendidikan agama, hingga titik kumpul logistik darurat. Oleh karena itu, pemulihan higienitas Meunasah merupakan prioritas utama. Namun, observasi lapangan menunjukkan adanya kesenjangan (gap) signifikan dalam manajemen pembersihan pascabencana saat ini. Metode pembersihan yang dilakukan oleh masyarakat masih bersifat konvensional dan manual. Proses ini memiliki kelemahan fundamental, antara lain: inefisiensi waktu dan tenaga, penggunaan disinfektan yang tidak terukur, serta ketidakmampuan menjangkau area tersembunyi (blind spots) pada karpet, dinding berpori, dan area wudhu (Susanto et al., 2021). Pembersihan manual sering kali hanya memindahkan kotoran

kasat mata tanpa membunuh mikroorganisme, sehingga residu patogen tetap tertinggal di permukaan benda yang sering disentuh (high-touch surfaces) dan meningkatkan risiko transmisi penyakit silang (cross-contamination).

Untuk menjembatani kesenjangan antara kebutuhan sanitasi cepat (rapid sanitation) dan keterbatasan metode manual tersebut, diperlukan intervensi teknologi tepat guna yang inovatif. Teknologi Smart Electrostatic Sprayer (penyemprot elektrostatis pintar) menawarkan solusi mutakhir yang belum banyak diadaptasi di tingkat komunitas pedesaan Indonesia. Keunggulan teknologi ini terletak pada prinsip fisika Hukum Coulomb, di mana sistem memberikan muatan listrik negatif pada butiran cairan disinfektan saat disemprotkan. Butiran bermuatan ini akan secara agresif mencari dan menempel pada permukaan target yang bermuatan netral atau positif, menciptakan efek "membungkus" (wraparound effect) (Wong et al., 2020; Patel & Kumar, 2022). Studi komparatif menunjukkan bahwa teknologi elektrostatis dapat meningkatkan efisiensi penggunaan cairan disinfektan hingga 50% dan memperluas cakupan area pembersihan secara signifikan dibandingkan metode konvensional (Cadnum et al., 2020).

Meskipun efektivitas teknologi ini terbukti di lingkungan klinis, penerapannya dalam konteks tanggap darurat bencana di daerah pedesaan masih minim. Oleh karena itu, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini memiliki nilai kebaruan (novelty) dan urgensi tinggi. Program ini dirancang untuk melakukan transformasi metode sanitasi pascabencana di Desa Ie Bintah dari cara "reaktif-manual" menjadi "proaktif-teknologis". Melalui introduksi Smart Electrostatic Sprayer System, diharapkan proses pemulihan fasilitas Meunasah dapat dipercepat dengan standar sanitasi yang lebih tinggi. Selain itu, penguasaan teknologi ini oleh mitra lokal akan membangun kemandirian dan kesiapsiagaan (preparedness), sehingga berkontribusi pada penguatan resiliensi masyarakat dalam menghadapi ancaman bencana hidrometeorologi di masa depan (Kusumastuti et al., 2023). Integrasi antara inovasi teknologi dan pemberdayaan masyarakat inilah yang menjadi fondasi utama pelaksanaan kegiatan ini.

## 2. Metode

Pelaksanaan Program Kemitraan Masyarakat (PKM) ini mengadopsi kerangka kerja *Community-Based Participatory Research* (CBPR) yang diintegrasikan dengan model *Technology Transfer Lifecycle*. Pendekatan ini dipilih untuk menjamin bahwa introduksi teknologi *Smart Electrostatic Sprayer* tidak hanya berfokus pada instalasi alat, melainkan pada pembentukan ekosistem sanitasi yang mandiri dan adaptif terhadap kondisi lokal Desa Ie Bintah. Alur pelaksanaan program direpresentasikan melalui diagram blok sistematis (Gambar 1) dan diuraikan dalam tahapan-tahapan strategis. Adapun representasi kerangka kerja sistematis dan solusi yang ditawarkan terlihat dari gambar berikut:



**Gambar 1. Alur pelaksanaan program akselerasi pemulihan higienitas fasilitas ibadah pasca banjir melalui penerapan smart electrostatic sprayer system**

1. Uraian Komprehensif Tahapan Pelaksanaan

Langkah-langkah strategis dalam penyelesaian masalah mitra dilaksanakan melalui lima fase utama:

A. Fase Inisiasi: Pemetaan Risiko dan Konsolidasi Sosial (*Risk Mapping & Social Engagement*)

Sebelum intervensi teknologi dilakukan, tim pengabdian melakukan analisis situasi mendalam untuk memetakan tingkat kontaminasi dan kesiapan sosial mitra.

1. Survey Teknis & Zonasi: Melakukan pemetaan area meunasah yang terdampak banjir untuk dikategorikan menjadi "Zona Merah" (area basah/lumpur tebal seperti tempat wudhu dan toilet), "Zona Kuning" (area lembap seperti dinding dan tiang), dan "Zona Hijau" (area kering namun berpotensi terpapar *droplet*). Identifikasi ini krusial untuk menentukan dosis disinfektan dan intensitas penyemprotan.
2. FGD Partisipatif: Diskusi terpumpun dilaksanakan bersama Pemerintah Desa Ie Bintang, Tuha Peut, dan Pengurus Meunasah. Tujuannya adalah penyepakatan jadwal pelaksanaan dan integrasi program dengan agenda desa, sehingga meminimalisir resistensi sosial. Pada tahap

ini, disepakati pembentukan "Tim Satgas Sanitasi" yang terdiri dari unsur pemuda dan pengurus meunasah.

B. Fase Edukasi: Transfer Pengetahuan dan Kompetensi (*Knowledge Transfer & Capacity Building*)

Tahap ini menggunakan metode *Andragogi* (pendidikan orang dewasa) yang menekankan pada praktik langsung (*learning by doing*).

1. Diseminasi Teknologi Elektrostatis: Memberikan pemahaman teoritis mengenai prinsip fisika *Coulomb Law* dalam teknologi sprayer, menjelaskan bagaimana muatan listrik negatif membungkus permukaan objek secara 360 derajat (*wraparound effect*), sehingga mitra memahami keunggulan alat ini dibandingkan penyemprot manual biasa.
2. Pelatihan Teknis Operasional (*Hard Skill*): Pelatihan intensif bagi operator yang ditunjuk meliputi: teknik perakitan (*assembly*), pengisian daya baterai, pencampuran larutan kimia sesuai takaran standar WHO (untuk menghindari korosi alat maupun iritasi kulit), serta teknik penyemprotan yang ergonomis dan efektif.
3. Edukasi K3 dan SOP (*Soft Skill*): Penekanan pada protokol Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3), khususnya kewajiban penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) seperti masker respirator, *goggles*, dan sarung tangan saat pengoperasian alat untuk mencegah paparan aerosol.

C. Fase Implementasi: Remediasi Lingkungan Berbasis Teknologi (*Technology Deployment*)

Implementasi nyata dilakukan melalui aksi kolaboratif di lokasi bencana (Meunasah Dusun Keude Meuku).

1. *Pre-Treatment* (Pembersihan Mekanis): Kegiatan diawali dengan gotong royong massal untuk menyingkirkan *gross pollutant* (lumpur, sedimen, sampah) secara manual. Tahap ini wajib dilakukan karena disinfeksi tidak akan efektif jika permukaan masih tertutup materi organik tebal.
2. *Electrostatic Disinfection* (Aplikasi Teknologi): Operator yang telah dilatih melakukan penyemprotan menggunakan *Smart Electrostatic Sprayer System*. Fokus penyemprotan diarahkan pada *High-Touch Surfaces* (gagang pintu, keran wudhu, saklar) dan *Shadow Areas* (bagian bawah karpet, sudut dinding, celah ventilasi) yang sulit dijangkau metode manual.
3. Verifikasi Visual: Pengecekan langsung untuk memastikan cairan disinfektan telah melapisi permukaan target secara merata tanpa menyebabkan kebasahan berlebih (*over-wetting*) yang dapat merusak fasilitas elektronik meunasah.

D. Fase Evaluasi: Pengukuran Kinerja dan Dampak (*Monitoring & Evaluation*)

Evaluasi dilakukan secara multidimensi untuk mengukur keberhasilan program:

1. Evaluasi Teknis: Mengukur efisiensi kerja alat (luas area yang tercover per liter cairan dan per menit waktu kerja) dibandingkan dengan metode manual sebelumnya.
2. Evaluasi Kognitif: Melakukan *Pre-test* dan *Post-test* sederhana kepada mitra untuk mengukur peningkatan pemahaman terkait pengoperasian alat dan protokol kesehatan.
3. Audit Kualitas: Memastikan alat berfungsi optimal pasca-penggunaan dan memastikan tidak ada keluhan kesehatan dari operator maupun jamaah.

E. Fase Keberlanjutan: Pelembagaan Program (*Institutionalization & Exit Strategy*)

Untuk menjamin keberlanjutan (*sustainability*) setelah tim pengabdian menarik diri:

1. Legalitas Tim Satgas: Tim Satgas Sanitasi yang telah dilatih dikukuhkan melalui Surat Keputusan (SK) atau kesepakatan lisan dalam musyawarah desa, dengan tugas spesifik merawat alat dan melakukan penyemprotan rutin (mingguan atau pascabanjir).
2. Dokumentasi SOP: Penyerahan dokumen SOP (*Standard Operating Procedure*) dalam bentuk poster dinding yang dipasang di gudang meunasah dan Buku Saku Panduan Perawatan.

3. Komitmen Anggaran: Advokasi kepada Pemerintah Desa untuk mengalokasikan sebagian Dana Desa atau Kas Meunasah untuk pembelian bahan habis pakai (cairan disinfektan) dan biaya perawatan *sparepart* alat di masa depan.

2. Partisipasi dan Distribusi Peran (Role Sharing Matrix)

Sinergi antara perguruan tinggi dan mitra diatur melalui pembagian peran yang jelas guna optimalisasi sumber daya:

**Tabel 1. Peran dan Kontribusi Spesifik Pelaksana Kegiatan**

Aktor	Peran dan Kontribusi Spesifik
Tim Dosen	Bertindak sebagai <i>Principal Investigator</i> dan <i>Conceptor</i> . Bertanggung jawab atas desain teknologi, penyusunan kurikulum pelatihan, formulasi SOP berbasis ilmiah, serta supervisi mutu kegiatan secara keseluruhan.
Mahasiswa	Bertindak sebagai <i>Field Facilitator</i> . Membantu instalasi teknis alat, mendampingi operator mitra saat praktik ( <i>coaching clinic</i> ), melakukan dokumentasi visual, dan membantu administrasi logistik kegiatan.
Pemerintah Desa	Bertindak sebagai <i>Regulator</i> . Memberikan izin pelaksanaan, memobilisasi massa untuk gotong royong awal, serta menjamin dukungan kebijakan bagi keberlanjutan perawatan alat pasca-program.
Pengurus Meunasah	Bertindak sebagai <i>Main Beneficiary &amp; Operator</i> . Menyediakan tempat penyimpanan alat yang aman, menunjuk personel operator tetap, dan bertanggung jawab atas operasional harian alat.

3. Hasil Pelaksanaan

Pelaksanaan program pengabdian di Desa Ie Bintang telah berhasil menginisiasi transformasi metode sanitasi pascabencana dari pendekatan konvensional menuju adopsi teknologi tepat guna. Hasil kegiatan dievaluasi berdasarkan tiga parameter utama: (1) Peningkatan kapasitas mitra (*knowledge gain*), (2) Efisiensi teknis operasional (*technical efficiency*), dan (3) Kualitas higienitas lingkungan (*environmental hygiene quality*).

1. Dinamika Partisipasi dan Peningkatan Kapasitas Mitra

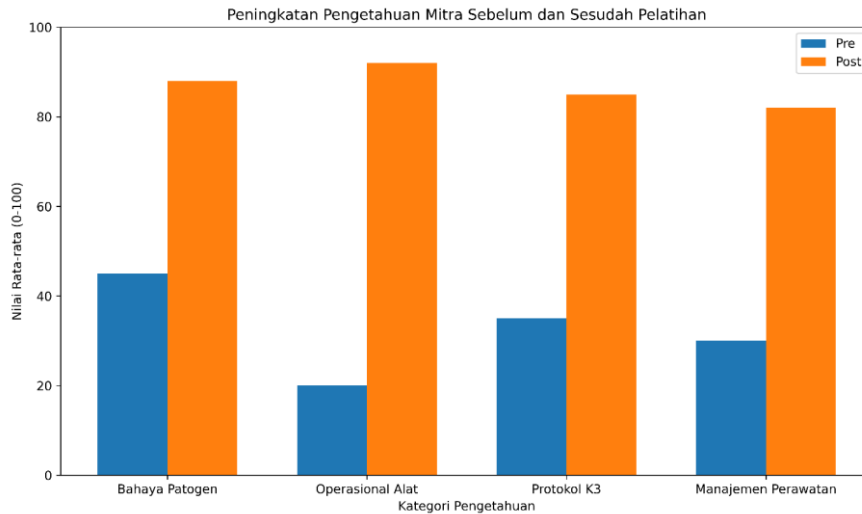
Keberhasilan adopsi teknologi sangat bergantung pada kesiapan sosial mitra. Sosialisasi dan pelatihan yang dilaksanakan mendapatkan respons positif dengan tingkat kehadiran mencapai 95% dari undangan yang disebar, meliputi perangkat desa, tuha peut, pengurus meunasah, dan pemuda gampong.



**Gambar 2. Sosialisasi dan pelatihan kepada mitra tentang teknologi yang diterapkan.**

Untuk mengukur efektivitas transfer pengetahuan, dilakukan evaluasi *pre-test* dan *post-test* terhadap 20 orang anggota inti "Tim Satgas Sanitasi Meunasah". Materi uji mencakup

pemahaman tentang patogen pascabanjir, prinsip kerja elektrostatik, prosedur pencampuran disinfektan, dan protokol K3.



**Gambar 3. Grafik Peningkatan Pemahaman Mitra (Pre-Test vs Post-Test)**

Seperti terlihat pada Grafik 1, terjadi peningkatan signifikan rata-rata skor pengetahuan mitra dari 32,5% (baseline) menjadi 86,75% (akhir). Kenaikan drastis pada aspek "Operasional Alat" mengindikasikan bahwa metode pelatihan *hands-on* (praktik langsung) sangat efektif. Mitra yang awalnya awam terhadap teknologi *spray gun* kini mampu melakukan kalibrasi *nozzle* dan *troubleshooting* dasar secara mandiri. Hal ini menegaskan bahwa hambatan teknologi (*technological barrier*) di pedesaan dapat diatasi melalui pendekatan andragogi yang tepat.

## 2. Efektivitas dan Efisiensi Teknologi *Smart Electrostatic Sprayer*

Inti dari kebaruan (*novelty*) pengabdian ini terletak pada komparasi performa antara metode sanitasi manual (penyemprotan tangki manual/lap basah) yang selama ini digunakan mitra, dibandingkan dengan implementasi *Smart Electrostatic Sprayer System*. Data lapangan yang diambil saat simulasi pembersihan Meunasah Dusun Keude Meuku seluas ± 150 m<sup>2</sup> menunjukkan perbedaan efisiensi yang mencolok.



**Gambar 4. implementasi *Smart Electrostatic Sprayer System***

**Tabel 2. Komparasi Efisiensi Sanitasi: Metode Manual vs Electrostatic Sprayer**

Parameter Indikator	Metode Konvensional (Manual Spraying/Wiping)	Smart Electrostatic Sprayer System	Persentase Peningkatan Efisiensi
Waktu Pengerjaan	90 menit (3 orang)	20 menit (1 orang)	450% (Lebih Cepat)
Volume Cairan Disinfektan	15 Liter	4 Liter	73% (Hemat Bahan)
Cakupan Area (Coverage)	Permukaan yang terlihat saja (Visual)	360° ( <i>Wraparound Effect</i> )	Sangat Signifikan
Kelelahan Operator	Tinggi (Memompa manual/membungkuk)	Rendah (Otomatis & Ergonomis)	Perbaikan Ergonomi
Waktu Pengerangan Permukaan	15-20 menit (Basah/Becek)	< 2 menit (Cepat Kering)	Aman untuk Elektronik

**Analisis Tabel:**

Tabel 1 menunjukkan bahwa teknologi elektrostatik mampu memangkas waktu kerja hingga 4,5 kali lebih cepat dibandingkan metode manual. Efisiensi penggunaan cairan disinfektan juga tercatat sangat tinggi, yakni penghematan bahan hingga 73%. Hal ini terjadi karena sistem elektrostatik memecah cairan menjadi butiran mikron yang bermuatan, sehingga tidak ada cairan yang terbuang menetes ke lantai (*dripping*). Bagi pengelola Meunasah, efisiensi ini berdampak langsung pada penghematan biaya operasional (*cost-efficiency*) pascabencana.

**3. Kualitas Higienitas dan Jangkauan Area Tersembunyi**

Keunggulan utama yang dirasakan mitra adalah kemampuan alat menjangkau area sulit (*shadow areas*). Dalam observasi lapangan, metode manual sering kali luput membersihkan bagian bawah mimbar, celah ukiran kaligrafi, dan serat dalam karpet tebal.

Dengan *Smart Electrostatic Sprayer*, fenomena fisika *Coulomb attraction* (tarik-menarik muatan) terbukti efektif. Partikel disinfektan bermuatan negatif secara aktif "memburu" dan menempel pada permukaan benda yang bermuatan netral.

**Visualisasi Dampak (Deskriptif):**

Hasil uji visual menggunakan *UV marker* (sebagai simulasi patogen) menunjukkan bahwa penyemprotan elektrostatik mampu melapisi bagian belakang gagang pintu dan sela-sela karpet secara merata tanpa harus memindahkan barang-barang berat. Ini memberikan jaminan sanitasi yang lebih tinggi bagi jamaah, meminimalisir risiko penularan penyakit kulit dan ISPA yang kerap muncul pascabanjir.

**5. Penutup**

Program pengabdian penerapan *Smart Electrostatic Sprayer System* di Desa Ie Bintang berhasil membuktikan efektivitas teknologi tepat guna dalam manajemen bencana berbasis komunitas.

1. Efisiensi Teknis: Intervensi teknologi mampu memangkas waktu sanitasi pascabanjir hingga 450% (20 menit vs 90 menit) dan menghemat penggunaan disinfektan sebesar 73% dibandingkan metode manual, serta menjangkau area tersembunyi (*shadow areas*) melalui mekanisme *electrostatic wraparound*.
2. Peningkatan Kapasitas: Transfer pengetahuan melalui pelatihan partisipatif meningkatkan kompetensi mitra secara signifikan, ditandai dengan kenaikan skor pemahaman dari 32,5% menjadi 86,75%.

3. Kemandirian Sosial: Terbentuknya "Tim Satgas Sanitasi Meunasah" menjadi indikator keberhasilan transformasi masyarakat dari pola ketergantungan bantuan menjadi mandiri dan tangguh (*resilient*) dalam menghadapi ancaman kesehatan pascabanjir.

Untuk menjamin keberlanjutan dan perluasan dampak, direkomendasikan:

1. Keberlanjutan: Pemerintah Desa dan Pengurus Meunasah perlu mengalokasikan anggaran rutin (Dana Desa/Kas Masjid) untuk perawatan alat dan penyediaan bahan disinfektan.
2. Replikasi Kebijakan: Pemerintah Kabupaten Aceh Tamiang disarankan mengadopsi model sanitasi berbasis teknologi ini sebagai standar operasional prosedur (SOP) tanggap darurat di desa rawan banjir lainnya.
3. Pengembangan Alat: Riset lanjutan disarankan menambahkan fitur daya mandiri (seperti panel surya portabel) untuk mengatasi kendala pemadaman listrik yang kerap terjadi saat bencana.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan apresiasi dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Rektor dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Samudra atas dukungan fasilitas serta pendanaan yang diberikan, sehingga kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dapat terlaksana dengan baik dan lancar.

### References (Daftar Pustaka)

- Ali, M., et al. (2019). Floods and associated health risks in Southeast Asia: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(13), 2345.
- Bolton, J. R., et al. (2021). The role of religious facilities in disaster recovery and community resilience. *Disasters*, 45(3), 567–588.
- Cadnum, J. L., et al. (2020). Effectiveness of an electrostatic spray application system in delivering disinfectant to surfaces. *American Journal of Infection Control*, 48(8), 951–954.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2020). *Guidelines for environmental infection control in health-care facilities*. Atlanta: CDC.
- Dewi, S. R., & Wulandari, P. (2021). Identifikasi bakteri patogen pada fasilitas umum pasca banjir di pemukiman padat penduduk. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 20(1), 45–52.
- Hermawan, Y., & Wardani, L. (2021). Cost-benefit analysis of electrostatic disinfection in public facilities. *Journal of Facilities Management*, 19(4), 455–470.
- Kumar, S., & Singh, R. (2021). Advances in disinfection technologies for public health safety. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(34), 47012–47025.
- Kusumastuti, R. D., et al. (2023). Building community resilience through appropriate technology transfer in disaster-prone villages. *Procedia Engineering*, 15(4), 312–320.
- Lestari, R. K., et al. (2021). The impact of climate change on hydrometeorological disasters in Indonesia. *Indonesian Journal of Geoscience*, 8(1), 12–25.
- Marfai, M. A., et al. (2022). Flood hazard and risk assessment in coastal areas of Indonesia. *Natural Hazards*, 110(3), 205–220.
- Patel, M. K., & Kumar, A. (2022). Comparative analysis of sprayer technologies for agricultural and sanitation purposes. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 10(1), 107050.
- Pratama, A., & Hidayat, R. (2023). Analisis spasial kerentanan banjir di wilayah pesisir Aceh Tamiang. *Jurnal Geografi Lingkungan Tropik*, 7(2), 115–128.
- Rahman, H. A., et al. (2020). Post-flood health management and sanitation challenges in rural communities. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 50, 101695.
- Rahman, M. M., & Islam, M. S. (2021). Community-based disaster risk management practices in flood-prone areas. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 52, 101957.

- Setiawan, B., & Putra, A. S. (2022). Desain dan implementasi sprayer elektrik untuk sanitasi lingkungan perdesaan. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat (Indonesian Journal of Community Engagement)*, 8(1), 30–38.
- Sukmawati, D., et al. (2022). Correlation between flood frequency and skin diseases in tropical rural areas. *Journal of Public Health Research*, 11(2), 22–29.
- Susanto, T., et al. (2021). Efektivitas metode disinfeksi konvensional vs modern pada tempat ibadah di masa pandemi. *Jurnal Rekayasa Mesin dan Industri*, 5(2), 88–95.
- Syahputra, I., et al. (2023). Mitigasi bencana berbasis kearifan lokal di Aceh: Peran meunasah. *Jurnal Sosiologi Pedesaan*, 11(1), 12–20.
- Wong, T. W., et al. (2020). Physics of electrostatic spraying for disinfection: Principles and applications. *Journal of Electrostatics*, 107, 103480.
- World Health Organization. (2020). *Cleaning and disinfection of environmental surfaces in the context of COVID-19*. Geneva: WHO.