

PERANCANGAN ALAT FILTERISASI AIR PORTABLE BERBENTUK RANSEL DALAM UPAYA MENGHADIRKAN AIR BERSIH SAAT MELAKSANAKAN TUGAS OPERASI

Imam Ashar¹⁾, Muh. Wahyu Heddi Kuswara ²⁾
¹⁾²⁾Jl.Raya Anggrek No.1 Junrejo, Batu, Indonesia
Prodi Teknik Telekomunikasi Militer, Politeknik Angkatan Darat
imamasharstmt@gmail.com¹⁾, d4kom624@gmail.com²⁾

DESIGN OF A PORTABLE WATER FILTRATION DEVICE IN THE FORM OF A BACKPACK TO PROVIDE CLEAN WATER DURING OPERATIONAL MISSIONS

Abstract: Water is a vital source of life for humans, essential not only for direct consumption but also for supporting activities such as washing. Population growth has driven an increase in the demand for clean water, with projections indicating a rise of up to 40% by 2030. Indonesia, despite its tropical climate, faces a water crisis exacerbated by extreme weather conditions and the El Nino phenomenon. Armed conflicts, such as those in Papua, further threaten the availability of clean water, often leaving military personnel struggling to obtain water during their missions. To address these challenges, a portable water filtration device in the form of a backpack is needed, providing mobile access to clean water in crisis areas. This device operates by filtering murky water from rivers or lakes through three stages: first, using zeolite gravel and silica quartz sand; second, using greensand and zeolite manganese sand; and third, using fine activated carbon and bio-balls. The filtered water is stored in a container and is ready for use. This innovation aims to enhance the reliability and efficiency of filtration by optimizing the filter media and improving the pump mechanism design.

Keywords: Clean water, portable water filtration, backpack, three-stage filtration, water crisis, filtration efficiency, military personnel, El Nino, armed conflict.

Abstrak: Air merupakan sumber kehidupan vital bagi manusia, baik untuk kebutuhan langsung maupun kegiatan pendukung seperti mencuci. Pertumbuhan populasi memicu peningkatan kebutuhan air bersih, dengan proyeksi kenaikan hingga 40% pada tahun 2030. Indonesia, meskipun beriklim tropis, menghadapi krisis air yang dipengaruhi oleh cuaca ekstrem dan fenomena El Nino. Konflik bersenjata, seperti yang terjadi di Papua, juga mengancam ketersediaan air bersih, sehingga personel TNI sering mengalami kesulitan mendapatkan air saat bertugas. Untuk mengatasi tantangan ini, diperlukan alat filterisasi air portable berbentuk ransel yang dapat menyediakan air bersih secara mobile di area krisis. Alat ini bekerja dengan menyaring air keruh dari sungai atau danau melalui tiga tahap penyaringan: pertama menggunakan kerikil zeolit dan pasir kuarsa silika, kedua menggunakan pasir greensand dan pasir zeolit manganese, dan ketiga menggunakan karbon aktif halus dan bio-ball. Air yang telah difilter disimpan dalam wadah penampung dan siap digunakan. Inovasi ini bertujuan meningkatkan keandalan dan efisiensi penyaringan melalui optimalisasi media filter dan perbaikan desain mekanisme pompa.

Kata kunci: air bersih, filterisasi air portable, ransel, tiga tahap penyaringan, krisis air, efisiensi penyaringan, personel TNI, El Nino, konflik bersenjata

PENDAHULUAN

Air merupakan sumber kehidupan yang paling penting bagi kelangsungan hidup manusia di seluruh dunia. Selain digunakan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia secara langsung, air juga dipergunakan sebagai kegiatan pendukung kehidupan seperti untuk mencuci baju, mencuci piring, mencuci kendaraan dan lain sebagainya. Seiring dengan pertumbuhan populasi manusia yang terus meningkat setiap tahunnya, kebutuhan akan air bersih juga mengalami peningkatan. Menurut catatan PBB, kebutuhan air bersih di bumi diperkirakan akan meningkat sebesar 40% pada tahun 2030, dengan rata-rata peningkatan sebesar 3,33% per tahun (Nugraheny & Prabowo, 2023).

Indonesia merupakan negara yang beriklim tropis, ini membuat Indonesia memiliki dua musim, yakni musim hujan dan musim kemarau. Namun, akhir-akhir ini perubahan cuaca yang tidak dapat diprediksi dan tidak menentu membuat beberapa daerah di Wilayah Indonesia krisis air bersih. Beberapa faktor yang membuat cuaca tidak menentu adalah masa peralihan musim, yang dikenal sebagai pancaroba. Selain itu, terdapat faktor lain yakni fenomena La Nina dan El Nino juga memiliki peran dalam menyebabkan cuaca tidak menentu dan ekstrem di Indonesia. Saat musim kemarau yang berkombinasi dengan fenomena El Nino membuat beberapa daerah mengalami kesulitan air bersih (Amaliyah, 2023). Kondisi lain yang dapat mengakibatkan krisis air adalah perang dan konflik bersenjata (Shumilova et al., 2023). Selama perang, infrastruktur air, seperti bendungan, saluran irigasi, pipa distribusi, dan instalasi pengolahan air, berpotensi mengalami kerusakan akibat pengeboman, sabotase, atau aksi militer lain. (Raharjo, Kuncoro, & Azhar, 2021) Saat perang, perlu untuk melaksanakan manajemen sumber daya air agar tercukupi selama proses perang berlangsung (Huizinga & Enserink, 2020).

Hal ini juga menghindari resiko krisis air dan kurangnya ketersediaan air (Zecevic, 2020).

Wilayah yang sering mengalami krisis air bersih diantaranya adalah Jawa, Bali, Nusa Tenggara (Asyakra, Belia, Anggaryadi, Rangkuti, & Syahfitri, 2022) dan Papua (Fadli & Alexander, 2021). Salah satu daerah di Wilayah Papua yakni di Distrik Agandugume dan Distrik Lambewi, Kabupaten Puncak, Papua Tengah, mengakibatkan lima orang dewasa dan satu bayi meninggal dunia akibat musim kemarau Panjang yang mengakibatkan susah mendapatkan air bersih (Airkami, 2023). Kondisi ini dirasa perlu menghadirkan solusi atas permasalahan krisis air bersih di Papua. Kondisi lain, Papua menjadi wilayah yang tingkat konflik bersenjata tertinggi dibandingkan wilayah lain di Indonesia. Sepanjang tahun 2023, tercatat telah terdapat 209 peristiwa konflik bersenjata di wilayah Papua, sebanyak 79 orang tewas, meliputi : 37 warga sipil, 20 personel TNI, dan 3 anggota Polri. Dalam penanganannya, TNI akan mengirinkan personel dalam melaksanakan tugas operasi. Total terdapat 7.850 personel yang telah dikirim dalam upaya penanggulangan dan pencegahan konflik tersebut (Jubi, 2024).

Dalam situasi krisis air bersih akibat perubahan cuaca ekstrem, fenomena El Nino, maupun konflik bersenjata, komunikasi yang efektif antara personel TNI menjadi sangat penting (Faesol et al., 2021). Telekomunikasi militer memungkinkan koordinasi yang cepat dan akurat antar unit, baik dalam penyampaian informasi situasi di lapangan, penyaluran perintah, hingga logistik pasokan air bersih (Sulasmi, Minggu, & Huda, 2021).

Dalam melaksanakan tugasnya, personel TNI juga mengalami kesulitan dalam mendapatkan air bersih. Kondisi daerah yang dipedalaman hutan dan akses yang jauh ke daerah pemukiman penduduk membuat personel TNI sulit mendapatkan air bersih. Personel TNI akan meminum air

sungai atau air danau yang kondisinya tidak higienis jika memang dalam kondisi mendesak, tentunya hal ini akan membuat Kesehatan para personel terganggu dan sakit akibat meminumnya.

Berdasarkan permasalahan tersebut, dirasa perlu menghadirkan alat filterisasi air portable agar dapat membantu menyediakan air bersih saat melaksanakan tugas operasi di daerah yang mengalami krisis air bersih. Perancangan alat filterisasi ini juga dapat dipergunakan masyarakat umum dalam mendapatkan air bersih. Alat yang diusulkan berbentuk ransel yang memungkinkan dibawa secara *mobile* kemana-mana. Dengan hadirnya alat filterisasi portable ini, sebagai alternative solusi dalam menyelesaikan permasalahan mendapatkan air bersih saat personel berada pada airah susah air bersih.

Penelitian tentang filterisasi telah diusulkan beberapa peneliti, diantaranya adalah penelitian (Wicaksono, Mayasari, P, Iduwin, & Yuhanah, 2021) dengan judul "Edukasi Alat Penjernih Air Sederhana Sebagai Upaya Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih" berfokus pada pemberian edukasi kepada siswa di MTs Nurul Qur'an terkait pembuatan alat penjernih air sederhana. Alat ini menggunakan satu jenis media filter yang terdiri dari kerikil zeolit, pasir kuarsa silika, karbon aktif halus, dan bio-ball. Namun, keterbatasan dari alat ini adalah sistem filtrasi yang masih sangat sederhana, sehingga hasil penjernihannya kurang optimal karena hanya menggunakan satu media filter dengan bahan yang terbatas. Penelitian tentang "Inovasi Penjernihan Air Sebagai Solusi Ketersediaan Air Bersih Di Desa Pandan Sejahtera" telah dilakukan peneliti (Hikmarina, Sari, Yanti, & Rahmi, 2023). Peneliti tersebut mencoba mengatasi masalah air sumur yang keruh dengan menggunakan sistem penyaringan dua media. Media yang digunakan terdiri dari karbon aktif dari limbah tempurung kelapa, batu kerikil, serabut kelapa dan pinang,

filter akuarium, serta pasir. Walaupun inovatif, alat ini memiliki kelemahan karena ukurannya yang besar, sehingga tidak dapat dipindahkan dengan mudah dan tidak portable.

Peneliti (Yaqin et al., 2021) dalam penelitiannya yang berjudul "Rancang Bangun Alat Penjernih Air Portable Untuk Persediaan Air Di Kota Dumai" mengembangkan alat penjernih air dengan sistem penyaringan tiga tahap. Tahap pertama menggunakan kerikil zeolit dan pasir kuarsa silika, tahap kedua menggunakan pasir greensand dan pasir halus zeolit manganese, dan tahap ketiga menggunakan karbon aktif halus serta bio-ball. Meskipun alat ini dirancang agar portable, ukurannya masih tergolong besar dan mengandalkan pompa listrik untuk suplai air, sehingga tidak dapat berfungsi jika terjadi pemadaman listrik.

Usulan tentang "Sistem Penjernih Air Otomatis dengan Filtrasi Berulang dan Monitoring Kekeruhan Berbasis IoT" telah dilakukan oleh peneliti (Zaenurrohman, Susanti, Hazrina, & Rahmat, 2023). Peneliti tersebut menawarkan pendekatan yang lebih canggih dengan sistem filtrasi berulang menggunakan dua pompa yang bekerja secara terus menerus. Selain itu, peneliti juga mengintegrasikan sistem monitoring yang dapat dipantau melalui aplikasi Blynk. Namun, penggunaan dua pompa ini meningkatkan beban listrik, yang menjadi tantangan tersendiri dalam implementasi sistem ini.

METODE PENELITIAN

Adapun metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah *Penelitian Research and Development* (R&D), yang memiliki tujuan untuk mengembangkan produk baru atau menyempurnakan produk yang sudah ada melalui proses penelitian ilmiah yang sistematis. Untuk tahapan penelitian yang diusulkan ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

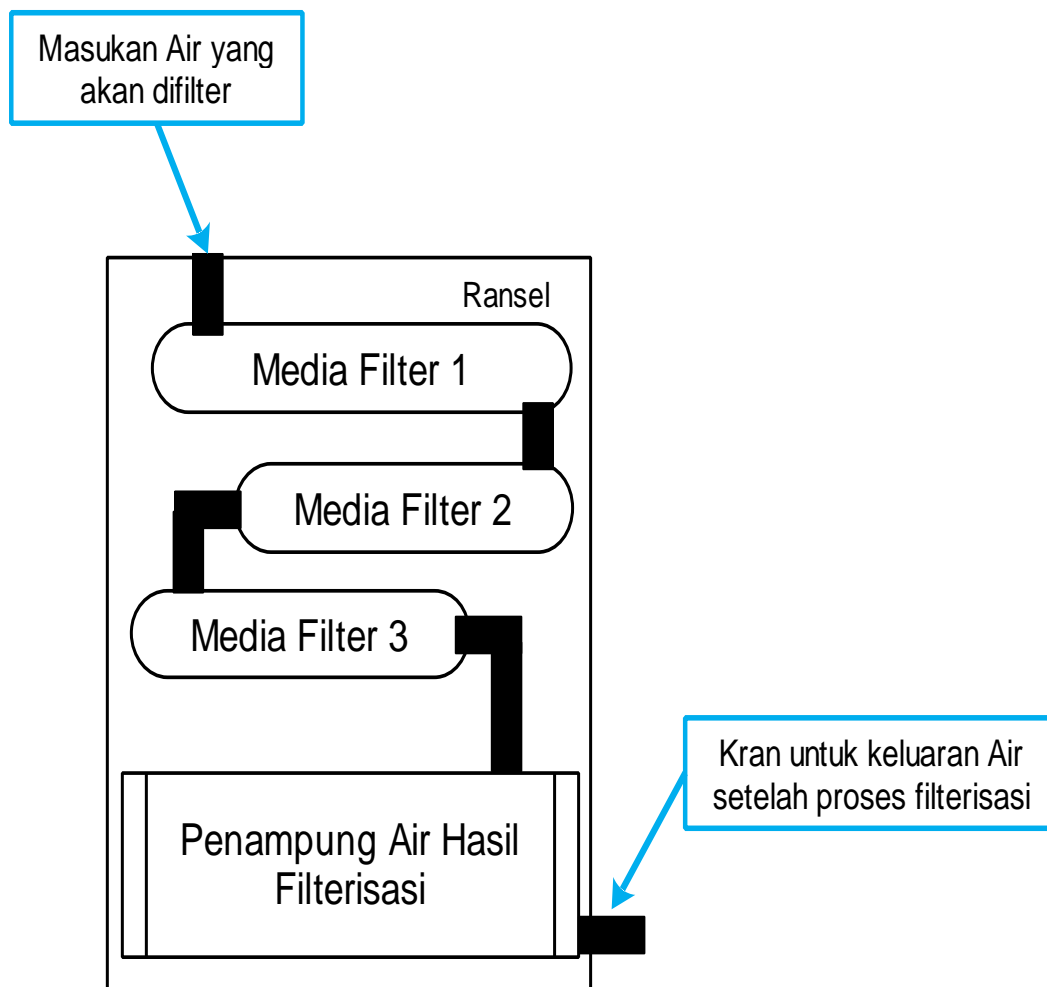
Berdasarkan Gambar 1, penelitian ini dimulai dengan melakukan studi literatur terhadap permasalahan yang diangkat dan penelitian terkait terhadap penelitian terdahulu yang terkait dan relevan tentang teknologi filtrasi air portable. Selanjutnya melakukan analisa bahan yang digunakan yang sesuai untuk sistem yang diusulkan. Selanjutnya melakukan perancangan dan mendesain alat filterisasi air portable yang berbentuk ransel. Pada tahap ini akan dihasil sebuah sketsa, dan model 3D dari alat. Pada tahap ini juga akan dilakukan pemilihan teknologi filtrasi yang tepat. Desain yang diusulkan memiliki

keunggulan dari struktur ransel yang ergonomis, nyaman untuk dibawa dalam jangka waktu lama, dan menghasilkan proses filter yang baik.

Perancangan Sistem

Alat filterisasi air portable yang diusulkan peneliti menggunakan tiga media filter. Media filter pertama terdiri dari kerikil zeolit dan pasir kuarsa silika. Kerikil zeolit berfungsi menyerap polutan gas dan uap serta zat-zat yang bersifat logam, sementara pasir kuarsa silika berperan dalam menyaring partikel halus dan kotoran yang ada di dalam air. Media filter kedua menggunakan bahan pasir greensand dan pasir halus zeolit manganese. Pasir greensand digunakan untuk menurunkan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) dalam air. Pasir zeolit manganese, dengan struktur berongga, mampu menyerap dan menyaring molekul tertentu, di mana efektivitas penyerapannya sangat bergantung pada ukuran rongga zeolit tersebut.

Media filter ketiga menggunakan karbon aktif halus dan bio-ball. Karbon aktif berperan penting dalam mengabsorpsi bau, warna, gas, dan logam yang terlarut dalam air, sehingga meningkatkan kualitas air yang dihasilkan. Sementara itu, bio-ball digunakan sebagai media bagi bakteri nitrifikasi untuk berkembang biak, yang membantu meningkatkan kualitas air dengan proses biologis alami. Kombinasi ketiga media filter ini dirancang untuk menghasilkan air yang lebih bersih dan aman untuk digunakan. Struktur alat filterisasi air portable yang diusulkan ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur alat filterisasi air portable.

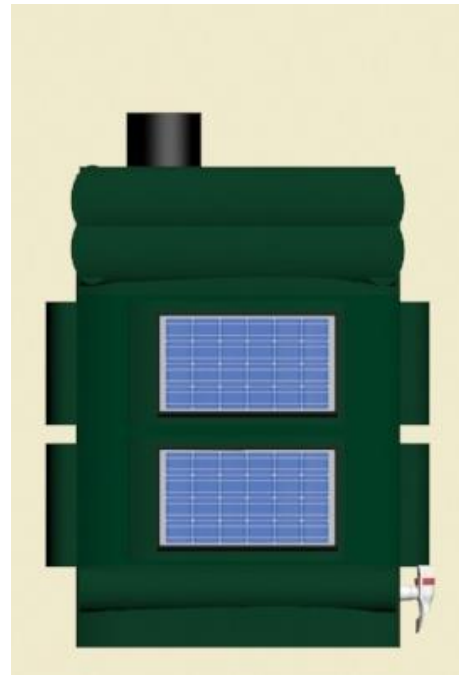
Berdasarkan Gambar 2, penjelasan detail dari komponen-komponen yang digunakan dalam gambar tersebut:

- (1) Input Air (Masukan Air yang akan Difilter):
 - Ini adalah bagian awal dari proses filtrasi di mana air yang akan difilter dimasukkan ke dalam alat. Air dapat berasal dari berbagai sumber seperti sungai, danau, atau waduk. Pada bagian ini, alat dilengkapi dengan sistem untuk memasukkan air mentah atau yang belum difilter ke dalam komponen filtrasi pertama.
- (2) Filter Media 1 (Kerikil Zeolit dan Pasir Kuarsa Silika):
 - Kerikil Zeolit: Berfungsi untuk menyerap polutan gas dan uap

serta zat yang bersifat logam, seperti besi dan mangan, yang mungkin ada di dalam air.

- Pasir Kuarsa Silika: Berfungsi untuk menyaring partikel-partikel halus dan kotoran fisik dalam air. Pasir ini bertindak sebagai penyaring pertama untuk memastikan bahwa partikel-partikel besar tidak masuk ke dalam media filter berikutnya.
- (3) Filter Media 2 (Pasir Greensand dan Pasir Halus Zeolit Manganese):
 - Pasir Greensand: Digunakan untuk menurunkan kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam air. Ini adalah jenis pasir khusus yang mampu mengoksidasi besi dan mangan sehingga mereka dapat dihilangkan dari air.

- Pasir Halus Zeolit Manganese: Memiliki fungsi untuk menyerap dan menyaring molekul-molekul kecil. Karena struktur zeolit yang berongga, pasir ini efektif untuk menyaring zat-zat berbahaya yang lebih kecil, dan kemampuan penyerapannya sangat bergantung pada ukuran rongga yang ada pada zeolit tersebut.
- (4) Filter Media 3 (Karbon Aktif Halus dan Bio-Ball):
- Karbon Aktif Halus: Digunakan untuk mengabsorpsi atau menyerap bau, warna, gas, dan logam berat yang mungkin masih tersisa dalam air setelah melewati filter sebelumnya. Karbon aktif memiliki area permukaan yang luas sehingga mampu mengikat berbagai kontaminan secara efektif.
 - Bio-Ball: Digunakan sebagai media untuk berkembang biaknya bakteri nitrifikasi. Bakteri ini berperan dalam menguraikan bahan organik yang mungkin masih ada dalam air, sehingga meningkatkan kualitas air dengan proses biologis alami.
- (5) Output Air (Kran untuk Keluaran Air Setelah Proses Filterisasi):
- Ini adalah bagian akhir dari sistem di mana air yang sudah difilter keluar dari alat dan siap untuk digunakan. Kran ini memungkinkan pengguna untuk mengakses air bersih yang sudah melalui beberapa tahap filtrasi dan dipastikan aman untuk digunakan.



(a)



(b)

HASIL PENELITIAN

Adapun hasil dari penelitian ini berupa desain yang ditunjukkan pada Gambar 3.



(c)



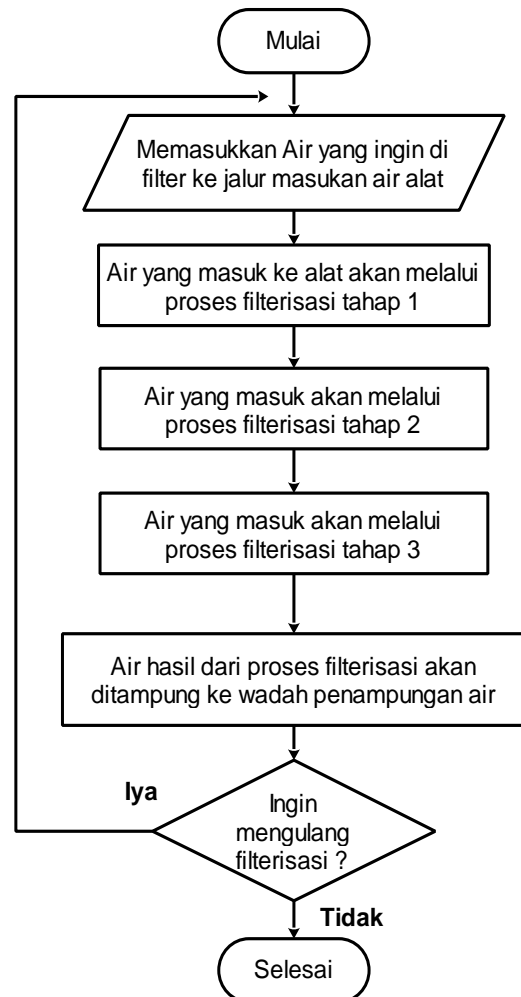
(d)

Gambar 3. Bentuk desain filterisasi air portable yang diusulkan

- (a) Tampak belakang (b) Tampang atas
- (c) Tampak kanan (d) Tampak kiri

Cara kerja dari filterisasi air portable ini dimulai menyediakan air yang ingin difilterisasi, ini dapat berupa air sungai atau air danau yang terlihat keruh. Selanjutnya air tersebut dimasukkan ke saluran masukan dari filterisasi air portable. Selanjutnya air tersebut akan melalui filterisasi tahap 1 yang struktur filternya dari bahan kerikil zeolit dan pasir kuarsa silika. Setelah filterisasi tahap 1 selesai, air akan keluar lalu akan masuk ke filterisasi tahap 2 yang struktur filternya dari bahan pasir greensand dan pasir halus zeolit manganese. Setelah filterisasi tahap 2 selesai, air akan keluar lalu akan masuk ke filterisasi tahap 3 yang struktur filternya

dari bahan karbon aktif halus dan bio-ball. Setelah filterisasi tahap 3 selesai, hasil dari proses filterisasi air ini akan ditampung pada wadah penampung air. Dari wadah penampung air tersebut, air dapat digunakan dan diambil melalui kran keluaran pada wadah penampung tersebut. Alur dari cara kerja alat filterisasi air portable ini ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Flowchart cara kerja filterisasi air portable

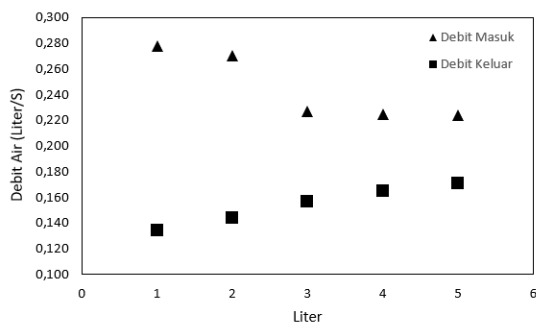
PEMBAHASAN

Penelitian ini merujuk dan menginovasi dari penelitian sebelumnya (Yaqin et al., 2021) dalam membuat alat penjernih air portable yang berbentuk ransel. Ini terilustrasikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Desain tata letak bahan media filter tahap a) ke-1, b) ke-2 dan c) ke-3 (Yaqin et al., 2021)

Peneliti tersebut telah menguraikan hasil pengujian yang meliputi: pengujian kehandalan alat penjernih air dan hasil dari filterisasi air. Konsep filterisasi yang diusulkan tersebut menunjukkan bahwa debit air pada masukan air cenderung menurun dari 0,280 Liter/detik menjadi 0,220 Liter/detik, sedangkan debit air pada output meningkat dari 0,130 Liter/detik menjadi 0,160 Liter/detik. Perbedaan ini dipengaruhi oleh efisiensi pompa yang digunakan peneliti tersebut, hambatan pada filter, dan perbedaan ketinggian pipa keluaran. Sistem penyaringan tiga tahap pada alat ini memiliki kelemahan dalam hal kuantitas aliran air akibat hambatan dari media filter yang memiliki rongga sempit, yang mempengaruhi kelancaran aliran air (permeabilitas). Data debit ini digunakan untuk mengevaluasi dan meningkatkan keandalan alat di masa depan. Gambar 6 mengilustrasikan debit air masuk dan keluar pada alat yang diusulkan.



Gambar 6. Grafik debit air masuk dan keluar pada alat penjernih air portable

Keandalan alat penjernih air dapat dilihat juga pada kualitas air yang dihasilkan dari proses filterisasi. Berdasarkan pengujian, terdapat perubahan pada beberapa parameter penting seperti Total Dissolved Solid (TDS), pH, dan salinitas. Peneliti tersebut mengungkapkan bahwa, teknik filterisasi yang diusulkan tersebut menunjukkan bahwa TDS meningkat dari 178 ppm menjadi 359 ppm karena penggunaan media filter karbon aktif, manganese, dan pasir silika. Pada parameter pH, terjadi penurunan dari pH basa 8,48 menjadi 7,95, mendekati angka pH netral (7). Penurunan ini disebabkan oleh media filter manganese dan greensand yang menurunkan kadar mangan dan besi dalam air. Proses aerasi pada filter mengoksidasi mangan dan besi, yang kemudian disaring oleh kapas filter, meningkatkan kualitas air hasil filtrasi.

PENUTUP

Inovasi alat filterisasi air portable berbentuk ransel ini bertujuan untuk menyediakan air bersih yang praktis dan efektif bagi personel yang melaksanakan tugas operasi di lapangan. Inovasi ini merujuk dan mengembangkan penelitian sebelumnya oleh Yaqin et al. (2021), yang memperkenalkan alat penjernih air dan sistem penyaringan tiga tahap. Penelitian tersebut menunjukkan

adanya tantangan pada aspek keandalan alat, terutama terkait debit air yang menurun di sisi input dan meningkat di sisi output, serta kualitas air hasil filtrasi.

Inovasi yang diusulkan ini berfokus pada peningkatan efisiensi sistem filtrasi dengan mengoptimalkan media filter yang digunakan, memperbaiki desain mekanisme pompa, dan mengurangi hambatan aliran melalui pengaturan ulang bahan filter. Dengan pendekatan ini, alat diharapkan dapat menghasilkan debit air yang lebih stabil dan kualitas air yang lebih baik, dengan tetap mempertahankan bentuk portable berbentuk ransel untuk kemudahan penggunaan dan mobilitas. Kesimpulannya, inovasi ini tidak hanya meningkatkan keandalan dalam penyediaan air bersih di lapangan, tetapi juga mengadaptasi dan menyempurnakan temuan dari penelitian sebelumnya untuk menghadirkan solusi yang lebih efektif dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Airkami, A. (2023). Kemarau Panjang Sebabkan Krisis Air Bersih dan Pangan di Papua Tengah. Retrieved July 7, 2024, from <https://airkami.id/kemarau-panjang-sebabkan-krisis-air-bersih-dan-pangan-di-papua-tengah/>
- Amaliyah, S. (2023). Kekeringan dan Krisis Air Bersih Melanda Sejumlah Daerah, dari Jawa Timur hingga Lampung. Retrieved July 7, 2024, from <https://www.nu.or.id/nasional/kekeringan-dan-krisis-air-bersih-melanda-sejumlah-daerah-dari-jawa-timur-hingga-lampung-N4Mxr>
- Asyaha, M. L., Belia, N., Anggaryadi, O. M. P., Rangkuti, R. A., & Syahfitri, V. N. (2022). Krisis Penyediaan Air Bersih di Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Konferensi Nasional Ilmu Administrasi (KNIA 6.0)*, 150–155.
- Fadli, A., & Alexander, H. B. (2021). Jawa , Bali , dan Nusa Tenggara , Wilayah yang Sering Alami Krisis Air. Retrieved July 7, 2024, from <https://www.kompas.com/properti/read/2021/03/22/193836621/jawa-bali-dan-nusa-tenggara-wilayah-yang-sering-alami-krisis-air>
- Faesol, A., Yulususianto, G., Telekomunikasi Poltekad, J., Poltekad, S., Poltekad, A., Raya, J. L., ... Batu, J. (2021). Implementasi system tracking secara real time pada android untuk mengirim koordinat pasukan berbasis mqtt. Jurusan Telekomunikasi Poltekad. *Jurnal Telkommil, Vol.2*, 1–8.
- Hikmarina, R., Sari, S., Yanti, H., & Rahmi, R. (2023). INOVASI PENJERNIHAN AIR SEBAGAI SOLUSI KETERSEDIAAN AIR BERSIH DI DESA PANDAN SEJAHTERA. *JPM Pinang Masak Vol.4, 4(1)*, 9–14.
- Huizinga, R. P., & Enserink, B. (2020). Water in military stabilisation operations: comprehensive water intervention framework for conflict management and peacekeeping. *Water Policy*, 22, 85–101. <https://doi.org/10.2166/wp.2020.207>
- Jubi, J. (2024). AIDP: Sepanjang 2022, sedikitnya ada 9.205 personel TNI/Polri dikirim ke Papua dan Papua Barat. Retrieved July 8, 2024, from [https://jubi.id/tanah-papua/2023/aldp-sepanjang-2022-sedikitnya-ada-9-205-personel-tni-polri-dikirim-ke-papua-dan-papua-barat/#:~:text=AIDP memperkirakan jumlah personel TNI,sedikitnya sembilan kompi Brimob lainnya.](https://jubi.id/tanah-papua/2023/aldp-sepanjang-2022-sedikitnya-ada-9-205-personel-tni-polri-dikirim-ke-papua-dan-papua-barat/#:~:text=AIDP%20memperkirakan%20jumlah%20personel%20TNI,sedikitnya%20sembilan%20kompi%20Brimob%20lainnya.)
- Nugraheny, D. E., & Prabowo, D. (2023). Jokowi: Kebutuhan Air Dunia Meningkat Tajam Sejalan dengan Pertumbuhan Penduduk Megawati

- Akui Sempat Megawati Akhirnya Respons Jokowi Soal. Retrieved July 7, 2024, from <https://nasional.kompas.com/read/2023/02/15/15001671/jokowi-kebutuhan-air-dunia-meningkat-tajam-sejalan-dengan-pertumbuhan>
- Raharjo, A., Kuncoro, E., & Azhar, I. (2021). Rancang Bangun Tracking Arah Tembakan Menggunakan Sensor Posisi Berbasis Pid. *TELKA - Telekomunikasi Elektronika Komputasi Dan Kontrol*, 7(1), 43–48. <https://doi.org/10.15575/telka.v7n1.43-48>
- Shumilova, O., Tockner, K., Sukhodolov, A., Khilchevskiy, V., Meester, L. De, Stepanenko, S., ... Gleick, P. (2023). Impact of the Russia – Ukraine armed conflict on water resources and water infrastructure. *Nature Sustainability*, 6(May). <https://doi.org/10.1038/s41893-023-01068-x>
- Sulasmi, R., Minggu, D., & Huda, M. M. (2021). Implementasi Sistem Monitoring Koordinat Latitude Dan Longitude Berbasis Internet of Things(Iot) Secara Realtime. *Jurnal Telkommil*, 2(Mei), 10–15. <https://doi.org/10.54317/kom.v2ime1.139>
- Wicaksono, B., Mayasari, D., P, P. S., Iduwin, T., & Yuhanah, T. (2021). Edukasi Alat Penjernih Air Sederhana Sebagai Upaya Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih. *Terang : Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat Menerangi Negeri*, 2(1), 43–52. <https://doi.org/https://doi.org/10.33322/terang.v2i1.536>
- Yaqin, R. I., Ziliwu, B. W., Demeianto, B., Siahaan, J. P., Priharanto, Y. E., & Musa, I. (2021). RANCANG BANGUN ALAT PENJERNIH AIR PORTABLE UNTUK PERSEDIAAN AIR DI KOTA DUMAI. *Jurnal Teknologi Universitas Muhammadiyah Jakarta*, 12(2), 107–116.
- Zaenurrohman, Z., Susanti, H., Hazrina, F., & Rahmat, S. (2023). SISTEM PENJERNIH AIR OTOMATIS DENGAN FILTRASI BERULANG DAN MONITORING KEKERUHAN BERBASIS IOT. *Jurnal Infotronik*, 8(1), 1–11. <https://doi.org/10.32897/infotronik.2023.8.1.2725>
- Zecevic, M. (2020). Assessment of the risk of potable water supply in the area of amphibious military operation. *The Mining-Geology Petroleum Engineering Bulletin*.