



Pengaruh Teknologi Filtrasi Air terhadap Perbaikan Kualitas Air sesuai Parameter Permenkes No. 32/2017

Endah Lestari^{1,2*}, Sumardi Sumardi¹, Silviana Silviana¹

¹Program Studi Pendidikan Profesi Insinyur Fakultas Teknik Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknologi Infrastruktur dan Wilayah, Institut Teknologi PLN

*Corresponding author: endahlestari@itpln.ac.id

(Received: January 30, 2025; Accepted: March 12, 2025)

Abstract

The Effect of Water Filtration Technology on Water Quality Improvement according to the Parameters of the Minister of Health Regulation No. 32/2017. Currently, the clean water crisis is a major problem in Indonesia. This is exacerbated by the increasing pollution and exploitation of water resources that are increasingly rampant, especially in urban areas. This study aims to evaluate the ability of water filtration technology using manganese sand, anthracite and ion exchange resin media in improving water quality in accordance with the quality standards set by the Minister of Health Regulation No. 32/2017. The method used involves taking water samples from the retention pond on the ITPLN campus, then carrying out the filtration process with physical, chemical and microbiological parameter tests before and after filtration. The results show that the filtration technology applied has succeeded in improving water quality as a whole in each parameter, especially significantly in reducing turbidity from 53.3 NTU to 11.76 NTU, thus meeting national quality standards. The conclusion of this study is that the water filtration technology is effective and has the potential to be used in clean water management in the campus environment and on a wider scale for non-domestic purposes.

Keywords: *clean water crisis, water filtration, water quality, water quality standards, retention ponds, non-domestic*

Abstrak

Saat ini, krisis air bersih merupakan masalah utama di Indonesia. Hal tersebut diperparah dengan peningkatan polusi dan eksploitasi sumber daya air yang semakin marak terjadi khususnya di wilayah perkotaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan teknologi filtrasi air menggunakan media *manganese sand*, *anthracite* dan *ion exchange* resin dalam meningkatkan kualitas air sesuai dengan standar baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan No. 32/2017. Metode yang digunakan melibatkan pengambilan sampel air dari kolam retensi di kampus ITPLN, kemudian dilakukan proses filtrasi dengan uji parameter fisika, kimia dan mikrobiologi sebelum dan sesudah filtrasi. Hasil menunjukkan bahwa teknologi filtrasi yang diterapkan berhasil meningkatkan kualitas air secara menyeluruh di setiap parameter, terutama secara signifikan dalam mengurangi kekeruhan dari 53,3 NTU menjadi 11,76 NTU, sehingga memenuhi baku mutu nasional. Simpulan dari penelitian ini adalah bahwa teknologi filtrasi air tersebut efektif dan berpotensi untuk digunakan dalam pengelolaan air bersih di lingkungan kampus dan pada skala yang lebih luas untuk keperluan non-domestik.

Kata kunci: krisis air bersih, filtrasi air, kualitas air, standar baku mutu air, kolam retensi, non-domestik

How to Cite This Article: Lestari, E., Sumardi, S., & Silviana, S. (2025). Pengaruh Teknologi Filtrasi Air terhadap Perbaikan Kualitas Air sesuai Parameter Permenkes No. 32/2017. *JPII*, 3(1), 50-60. DOI: <https://doi.org/10.14710/jpii.2025.25708>

PENDAHULUAN

Hanya 2,5% dari 97,5% air di Bumi tempat manusia hidup dapat dikonsumsi oleh manusia, sehingga jumlah air bersih yang tersedia bagi manusia sangat terbatas. Faktor lain yang memicu krisis air bersih di Indonesia mencakup tingginya laju pertumbuhan penduduk dan urbanisasi, kurangnya perhatian pada konservasi tanah dan air dalam penggunaan lahan, serta pembangunan di kota besar yang sering mengabaikan keseimbangan antara area terbangun dan lahan terbuka. Kondisi ini berdampak pada berkurangnya kapasitas tanah dalam menyerap air hujan. Krisis air bersih, khususnya air tanah disebabkan oleh eksploitasi yang berlebihan oleh bangunan, seperti apartemen, perkantoran, pusat perbelanjaan dan rumah sakit.

Tantangan utama dalam pengelolaan sumber daya air meliputi keterbatasan kuantitas air yang semakin sulit memenuhi kebutuhan yang terus bertambah, serta penurunan kualitas air untuk keperluan domestik yang memburuk setiap tahunnya. Berbagai aktivitas, termasuk kegiatan industri dan rumah tangga, turut memberikan dampak negatif pada kualitas sumber daya air. Penurunan kualitas tersebut bukan hanya akibat limbah industri, tetapi juga limbah domestik. Kondisi ini berpotensi menimbulkan gangguan dan risiko bagi makhluk hidup yang bergantung pada air (Ulfah, 2018).

Air permukaan (*surface water*) meliputi danau, air sungai, rawa, waduk dan genangan air lainnya yang tidak mengalami infiltrasi ke bawah tanah. Kemudian, air permukaan terbagi ke dalam dua jenis, yaitu air rawa/danau dan air sungai. Berdasarkan kegunaan, air permukaan digunakan untuk berbagai kepentingan domestik maupun nondomestik, seperti air minum, kebutuhan rumah tangga, pembangkit listrik, irigasi dan industri lainnya (Winarmadani, 2019).

Air permukaan adalah sumber air baku yang paling banyak dimanfaatkan untuk air domestik. Kualitas dari air permukaan tergantung dari kondisi fisik tanah, perilaku masyarakat, aktivitas pembangunan yang berlangsung pada suatu daerah di sekitar sumber air permukaan. Air permukaan merupakan sumber terbesar dalam mengatasi krisis air baku.

Sumber air merupakan komponen vital yang menjadi awal/dasar dari sistem penyediaan air. Pemanfaatan sumber air untuk pemenuhan kebutuhan air bersih dapat dilakukan pada air hujan, air permukaan (rawa, sungai, dan danau), air tanah (sumur gali) dan air laut (Lestari et al., 2021).

Air permukaan dapat didefinisikan sebagai air hujan yang tidak terserap ke dalam tanah atau yang telah

kembali ke permukaan. Berdasarkan jenisnya, air permukaan meliputi sungai, lahan basah, danau dan limpasan. Sungai yang merupakan salah satu air permukaan, selama dalam kualitas dan jumlah yang memadai, memiliki peran penting dalam memenuhi kebutuhan air baik di pedesaan maupun perkotaan, seperti kebutuhan rumah tangga, industri, irigasi, serta menunjang kelangsungan ekosistem (Zulfikli et al., 2021). Kualitas air permukaan lebih rentan terhadap pencemaran dibandingkan air tanah. Hal ini disebabkan oleh paparan langsung air permukaan terhadap berbagai aktivitas eksternal, termasuk kegiatan manusia (Antoro & Purnama, 2014).

Kolam retensi adalah kolam terbuka yang menampung air dari air permukaan tanah. Kolam retensi juga berfungsi sebagai pengendali banjir yang berfungsi untuk menampung air hujan, menampung sementara debit limpasan sehingga dapat mengurangi atau mencegah terjadinya genangan (Alia et al., 2023). Berdasarkan fungsinya, fasilitas penahan air hujan dikelompokkan menjadi 2 tipe yaitu tipe penyimpanan (*storage types*) dan tipe peresapan (*infiltration types*). Kolam retensi memiliki kedua fungsi tersebut, sehingga kolam retensi menjadi alternatif dalam mengatasi limpasan permukaan (Harmani & Soemantoro, 2017).

Kualitas air di permukaan lebih mudah mengalami pencemaran dibandingkan dengan air dalam tanah. Hal ini dikarenakan air permukaan lebih banyak kontak langsung dengan kegiatan yang berada di luar seperti aktivitas manusia (Antoro & Purnama, 2014).

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001 mengenai Pengelolaan Kualitas Air tentang baku mutu air permukaan adalah sebagai berikut (Masyurroh & Karyadi, 2013):

- Fisik: suhu, kekeruhan, warna, bau dan rasa
- Kimia: pH, oksigen terlarut (DO), bahan organik (BOD, COD), amonia logam berat (merkuri, timbal) dan senyawa kimia lainnya
- Biologi: jumlah mikroorganisme patogen/indikator polutan biologis

Kandungan ion sulfat yang tinggi dalam air minum dapat menimbulkan risiko kesehatan, seperti diare, karena efek pencahar yang ditimbulkannya pada tubuh, terutama bila dikonsumsi dalam jumlah besar. Selain menyebabkan diare akut, ion sulfat dalam air juga dapat memunculkan bau tak sedap dan korosi pada material, serta memberikan rasa pahit pada air yang dikonsumsi (Agustiani et al., 2023).

Menurut Kementerian Lingkungan Hidup (KLH), ambang batas aman untuk senyawa nitrat dalam air

berkisar antara 0,3 hingga 0,9 mg/l, yang cukup mendukung pertumbuhan organisme. Namun, kadar nitrat di atas 3,5 mg/l dapat mengancam ekosistem perairan. Konsentrasi nitrat yang melebihi 0,2 mg/l juga berpotensi menyebabkan eutrofikasi, yaitu proses yang mempercepat pertumbuhan fitoplankton secara signifikan (Jusuf et al., 2023).

Filtrasi adalah proses pemisahan antara zat padat dan cair dengan cara mengalirkan cairan melalui media atau bahan berpori, sehingga partikel halus zat padat yang tersuspensi dalam cairan dapat disaring atau dihilangkan sebanyak mungkin. Terdapat berbagai jenis filtrasi, seperti filter plat dan bingkai (*plate and frame*), filter gravitasi (*gravity filter*), filter bertekanan (*filter press*) dan *batch leaf filter*. Banyak industri lebih memilih sistem filter bertekanan (*filter press*) untuk proses penyaringan dan pemurnian bahan. Pada *filter press* tipe *plate and frame*, terdapat susunan plat berlubang di satu sisi dan plat solid di sisi lainnya (Laksana et al., 2022).

Filter menyaring daun-daun yang jatuh, pasir dan lain-lain yang masuk ke selokan bersama air hujan, dan menjaga kualitas air hujan. Filter harus mudah dilepas dan dibersihkan dalam kondisi tertentu. Filter dapat membantu meningkatkan kualitas air atau udara yang digunakan untuk keperluan tertentu dan dapat membantu mencegah kerusakan pada mesin atau peralatan yang terpapar oleh partikel atau zat yang tidak diinginkan (Akraboelittaqwa et al., 2021). Penggunaan bahan, seperti pasir silika, spons, zeolite dan karbon aktif pada proses filtrasi bertujuan untuk menyaring air kotor secara efektif (Nainggolan, 2019). Gambar 1 di bawah adalah teknik pengolahan air dengan cara *eco-engineering* dengan menggunakan lahan basah alamiah.



Gambar 1. Eko-Teknik dalam pengolahan air (Blumberg, n.d.)

Dalam rangka penyediaan air bersih, selain kuantitas, kualitas air juga menjadi komponen penting yang harus diperhatikan agar selalu memenuhi standar

baku mutu. Standar baku mutu kualitas air ditetapkan berdasarkan sifat fisik, kimia dan biologi.

METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan studi evaluatif yang bertujuan untuk membandingkan kualitas air permukaan dari kolam retensi di Kampus ITPLN Duri Kosambi sebelum dan sesudah melalui proses filtrasi. Penelitian dilakukan melalui observasi fisik serta analisis kimia di laboratorium terhadap parameter kualitas air. Pengujian ini difokuskan pada karakteristik air yang digunakan untuk keperluan hygiene dan sanitasi sehari-hari, seperti mandi dan mencuci pakaian. Penilaian kualitas air bersih didasarkan pada tiga aspek utama—fisik, kimia dan mikrobiologi—dengan merujuk pada standar baku mutu kesehatan lingkungan sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan No. 32 Tahun 2017.

Lokasi dan Waktu Penelitian

Pengambilan sampel dilaksanakan pada kolam retensi yang terdapat pada lingkungan kampus Institut Teknologi PLN (ITPLN) yang terletak pada Jalan Lingkar Luar Barat, Duri Kosambi, Cengkareng, Jakarta Barat seperti visualisasi pada Gambar 2. Pengambilan sampel air dilakukan pada kolam retensi di Institut Teknologi PLN dengan tampak seperti yang tertera di Gambar 3.



Gambar 2. Lokasi studi kasus (Sumber: Google Earth, 2022)



Gambar 3. Kolam retensi di Institut Teknologi PLN

Penelitian ini mengamati variabel kualitas air pada kolam retensi di Kampus ITPLN Duri Kosambi sebelum dan sesudah melalui proses filtrasi. Parameter kualitas air permukaan yang dianalisis mencakup aspek fisik, kimia dan mikrobiologi. Aspek fisik meliputi kekeruhan, total

padatan terlarut (TDS), warna dan temperatur. Aspek kimia mencakup pengukuran pH, kesadahan total (CaCO₃), kandungan besi terlarut (Fe), merkuri terlarut (Hg), nitrat (NO₃-N), nitrit (NO₂-N) dan timbal terlarut (Pb). Sementara itu, aspek mikrobiologi mencakup analisis total *coliform* dan keberadaan *Escherichia coli* (*E. coli*). Analisis ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang komprehensif mengenai perubahan kualitas air setelah dilakukan proses filtrasi. Adapun media filtrasi yang digunakan adalah tersusun atas *manganese sand*, *anthracite* dan *iron exchange resin* (Gambar 4).



Gambar 4. Media filtrasi

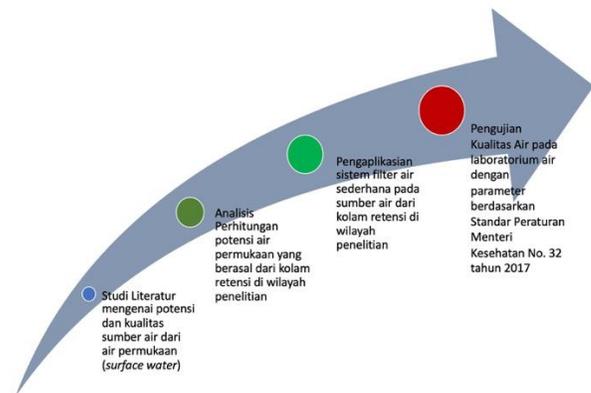
Alat yang digunakan untuk proses filtrasi dalam penelitian ini meliputi drum HDPE 30 liter sebagai drum filtrasi, kaki penyangga drum terbuat dari besi galvanis siku L, instalasi pipa air terbuat dari pipa PVC, kran air, *elbow knee*, *T-sock* dan botol penampung sampel 1,5 liter.

Proses penyusunan rangkaian media filtrasi seperti Gambar 5 diawali dengan pembuatan kaki penyangga yang terbuat dari besi galvanis siku L 4x4 cm (ketebalan 2 mm) dengan sistem *knock down* agar dapat dibongkar pasang dengan perkuatan sambungan menggunakan mur baut galvanis 6x20 mm, disertai kepala kunci 10 (panjang 2 cm) dan *pitch drat* 1,0. Kemudian, sebanyak tiga buah drum HDPE 30 liter (diameter 30 cm dan tinggi 55 cm) disiapkan dan ditempatkan di atas kaki penyangga sebagai tempat media filtrasi berupa *manganese sand* (10 kg), *anthracite* (15 kg) dan *iron exchange resin* (10 kg). Setelah itu, instalasi pipa air dipasangkan ke drum filtrasi dengan spesifikasi berupa pipa PVC (diameter ½ inch) sebanyak 1 batang, kran 2 buah, *elbow knee* ½ inch sebanyak 3 buah, *T-sock* ½ inch sebanyak 1 buah.



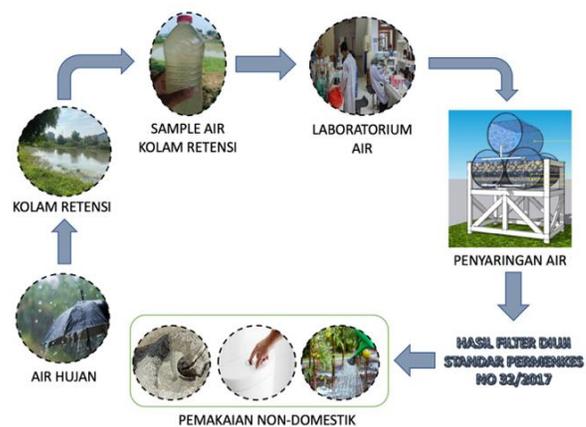
Gambar 5. Rangkaian media filtrasi

Gambar 6 menunjukkan tahapan proses penelitian ini, sebagai berikut.



Gambar 6. Proses penelitian

Sistematika proses kegiatan perencanaan sistem filtrasi alami untuk perbaikan kualitas air (Gambar 7).



Gambar 7. Proses kegiatan penelitian

Teknik Pengumpulan Data Penelitian

Pengambilan sampel dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode acak (*random sampling*), yang merupakan bagian dari metode

probability sampling. Pendekatan ini memastikan bahwa setiap titik pada badan air memiliki peluang yang sama untuk terpilih sebagai sampel, sehingga hasil penelitian dapat merepresentasikan kondisi air secara keseluruhan dengan tingkat keakuratan yang tinggi.

- a) Sampel air kolam retensi sebelum difilter
Sampel diambil pada dua titik yaitu pada posisi di pinggir kolam retensi. Cara kerja pengambilan sampel adalah sebagai berikut:
 - Siapkan botol sampel.
 - Botol sampel dibilas 3 kali dengan contoh air sampel.
 - Ambil air sampel lalu beri label pada botol sampel (tanggal, titik sampel, petugas *sampling*).
 - Selanjutnya sampel dilakukan uji analisa ke laboratorium.
- b) Sampel air kolam retensi sesudah difilter
Sampel diambil dari sistem filter sederhana secara langsung dengan cara pengambilan sampel adalah sebagai berikut:
 - Siapkan botol sampel.
 - Botol sampel dibilas 3 kali dengan contoh air sampel.
 - Ambil air sampel lalu beri label pada botol sampel (tanggal, titik sampel, petugas *sampling*).
 - Selanjutnya sampel dilakukan uji analisa ke laboratorium.

Data yang diperoleh selama penelitian diolah dan disajikan dalam bentuk tabel untuk mempermudah interpretasi. Selanjutnya, data dianalisis secara deskriptif dengan mengacu pada teori yang relevan. Metode analisis yang digunakan dirancang untuk memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai hasil penelitian, sebagai berikut:

- a) Analisis Hidrologi
 - Perhitungan Curah Hujan Andalan
Perhitungan dilakukan dengan mengolah data rerata curah hujan tahunan rata-rata tiap stasiun, yang dijumlahkan dengan metode aljabar kemudian diurutkan dari data terbesar ke data yang terkecil, lalu diperhitungkan peluangnya masing-masing. Besarnya curah hujan andalan berdasarkan keandalan yang direncanakan adalah dengan menggunakan metode tahun dasar dengan persamaan :

$$RT\% = \frac{n}{100/(100-T)} + 1 \quad (1)$$
 dengan RT% adalah curah hujan andalan, n adalah jumlah data dan T adalah persentase keandalan yang dirancang (%).
 - Perhitungan Debit Rancangan
Sebelum melakukan perhitungan analisis debit banjir rancangan periode ulang, terlebih dahulu menentukan jenis dan

luas area tampungan hujan (*catchment area*). Koefisien tutupan lahan yang berbeda-beda menggunakan persamaan:

$$C = \frac{C1+A1+C2A2+C3A2+\dots+CnAn}{A1+A2+A3+\dots+An} \quad (2)$$

Untuk menghitung debit banjir rancangan menggunakan persamaan:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \quad (3)$$

dengan Q adalah debit air rata-rata hujan (m³/detik), C adalah koefisien limpasan permukaan, I adalah intensitas curah hujan (mm/jam) dan A adalah luas area tangkapan air (km²).

- Perhitungan Evapotranspirasi
Perhitungan evapotranspirasi pada penelitian ini menggunakan metode *Pennman Modifikasi* menggunakan data klimatologi seperti data temperatur rata-rata, kelembapan relatif (Rh), lama penyinaran matahari (ss) dan kecepatan angin rata-rata (U).
- Perhitungan Debit Andalan
Pada penelitian ini menggunakan metode F. J. Mock dengan mensimulasikan neraca air bulanan berdasarkan hubungan antara curah hujan, evapotranspirasi dan karakteristik DAS. Data yang dipergunakan dalam perhitungan debit adalah:

1. Data curah hujan bulanan rerata dari 3 stasiun.
2. Data evapotranspirasi.

Persamaan yang digunakan adalah:

Exposed Surface:

$$\frac{E}{ET0} = \left(\frac{m}{20}\right) \times (18 - n) \quad (4)$$

Water Balance:

- a. $ER (excess\ rainfall) = P - Et_a \quad (5)$

- b. $Soil\ Moisture\ Storage\ (SMC)$

- c. $Water\ Surplus\ (WS)$

Jika nilai WS < 0 maka nilai WS = 0 atau tidak ada kelebihan air.

$$WS = ER - (SMC - ISM) \quad (6)$$

Limpasan dan Penyimpanan Air Tanah

- a. $Infiltrasi\ (I)$

$$I = i \times WS \quad (7)$$

- b. Menentukan nilai 0,5 (1+k) i $\quad (8)$

- c. $Ground\ Water\ Storage\ (GWS)$

$$GWS = 0,5 \times (1 + k) \times I \quad (9)$$

- d. $Penyimpanan\ Volume\ Air\ Tanah\ (L)$

$$L = k \times V(n - 1) \quad (10)$$

- e. $Total\ Volume\ Penyimpanan\ Air\ Tanah\ (Vn)$

$$Vn = G + L \quad (11)$$

$$Vn = Vn - 100 \quad (12)$$

- f. $Limpasan\ Dasar\ (Base\ Flow, BSF)$

$$BSF = I - dVn \quad (13)$$

g. *Direct Run Off* (DRo)
 $DRo = WS - I \quad (14)$

h. *Total Run Off* (Ro)
 $Ro = BSF + DRO \quad (15)$

i. Debit Bulanan
 $Q = \frac{A \times Ro \times 1000}{n \times 24 \times 3600} \quad (16)$

- b) Analisa Kapasitas Tampungan
 Perhitungan kapasitas tampungan air permukaan dilakukan berdasarkan pengukuran lapangan sebagai bahan perhitungan kapasitas tampungan eksisting.
- c) Analisa Kualitas Air dengan Laboratorium
 Metode perbandingan yaitu metode yang dilakukan untuk mengukur besarnya peningkatan atau penurunan kualitas air permukaan dari kolam retensi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan Sampel Air

Pertama-tama diawali dengan pengambilan sampel air pada kolam retensi yang ada di wilayah penelitian seperti pada Gambar 8. Pengambilan dilakukan secara random pada dua sisi pinggir dari kolam pada tanggal 27 September 2024 pukul 09.14 WIB.



Gambar 8. Pengambilan sampel air

Pengujian Kualitas Air Kolam Retensi

Setelah mengambil sampel air, proses selanjutnya adalah memasukkan ke laboratorium air untuk menguji kualitas air kolam sebelum dilakukan pemfilteran. Laboratorium yang ditunjuk adalah PT Nusantara Water Centre yang merupakan laboratorium lingkungan untuk

air bersih/air limbah dan udara yang terakreditasi dari Komite Akreditasi Nasional (KAN). Hasil pengujian air dari kolam retensi yang dilakukan pada tanggal 27 September 2024 tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian air kolam retensi

Parameter	Baku Mutu*)	Hasil Analisis	
		Sebelum filtrasi	Sesudah filtrasi
FISIKA			
Kekeruhan	25	53,30	11,76
Padatan Terlarut Total (TDS)	1000	396	54
Warna	50	11	2
Temperatur	25-29°C	27,1°C	28,9°C
KIMIA			
pH	6,5-8,5	7,5	6,7
Kesadahan Total (CaCO ₃)	500	149	20
Besi Terlarut (Fe)	1	0,06	<0,01
Merkuri Terlarut (Hg)	0,001	< 0,001	< 0,001
Nitrat (NO ₃ N)	10	1,50	0,22
Nitrit (NO ₂ N)	1	0,004	0,004
Timbal	0,05	ttd	ttd
Terlarut (Pb)			
MIKROBIOLOGI			
Total Coliform	50	7	7
E Coli	0	0	0

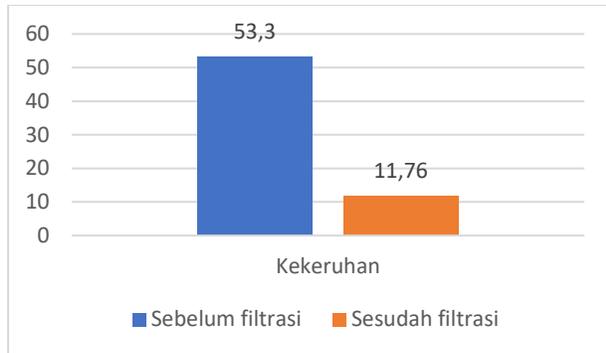
*Standar Peraturan Menteri Kesehatan nomor 32 tahun 2017

ttd : Tidak Terdeteksi

Media filtrasi yang digunakan pada penelitian ini, yaitu *manganese sand*, *anthracite* dan *ion exchange resin* banyak digunakan dalam proses pengolahan air karena memiliki kemampuan untuk meningkatkan kualitas air pada berbagai parameter. *Manganese sand* berperan penting dalam mengoksidasi dan menghilangkan ion besi dan mangan (Suharto, 2020). Sementara itu, *anthracite* berperan dalam mengurangi kekeruhan dan menstabilkan pH karena strukturnya yang berpori sehingga dapat menangkap partikel-partikel halus pada air. *Ion exchange resin* berperan dalam mengurangi TDS dan kesadahan total, serta menurunkan kadar nitrat dan nitrit dengan cara menukar ion yang tidak diinginkan, seperti kalsium, magnesium dan logam berat (Kusuma, 2020; Harsono & Utomo, 2022).

Berdasarkan Tabel 1, hasil pengujian air kolam retensi baik sebelum maupun sesudah filtrasi menunjukkan sebagian besar nilai kualitas air memenuhi

baku mutu sesuai dengan Standar Peraturan Menteri Kesehatan nomor 32 tahun 2017, kecuali kekeruhan yang masih berada di luar standar baku mutu nasional. Kualitas air memiliki implikasi signifikan bagi penggunaan dalam kegiatan nondomestik di ruang lingkup kampus/universitas. Air yang memenuhi standar ini dapat digunakan secara optimal untuk berbagai keperluan operasional seperti sistem irigasi lanskap kampus dan laboratorium penelitian. Pemenuhan baku mutu tersebut memastikan bahwa air yang digunakan tidak mengandung zat-zat yang dapat menyebabkan korosi atau kontaminasi pada fasilitas infrastruktur kampus. Selain itu, air yang berkualitas baik juga mendukung kegiatan penelitian ilmiah di laboratorium yang memerlukan air dengan parameter tertentu untuk keperluan eksperimen.



Gambar 9. Penurunan nilai kekeruhan setelah melalui media filtrasi

Dari semua parameter yang diuji, nilai kekeruhan mengalami penurunan yang paling signifikan seperti yang ditunjukkan pada grafik di Gambar 9. Sebelum dilakukan filtrasi, nilai kekeruhan sebesar 53,3 NTU masih berada di luar standar baku mutu. Namun, setelah proses filtrasi, nilainya turun menjadi 11,76 NTU, yang sudah sesuai dengan standar berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan nomor 32 tahun 2017. Penurunan ini menunjukkan efektivitas filtrasi dalam menghilangkan partikel tersuspensi dan kotoran yang berkontribusi pada kekeruhan air, sehingga kualitas air yang dihasilkan lebih jernih dan aman untuk digunakan. Hal ini juga mempertegas bahwa filtrasi adalah metode yang penting dalam pengolahan air untuk mencapai standar kualitas yang ditetapkan.

Analisis Curah Hujan Andalan

Perhitungan curah hujan andalan dalam penelitian ini menggunakan metode tahun penentu (*basic year*) dengan pengamatan 20 tahun dari 2004-2023 yang diperoleh dari 3 stasiun hujan yang berbeda.

Tabel 2. Probabilitas curah hujan andalan

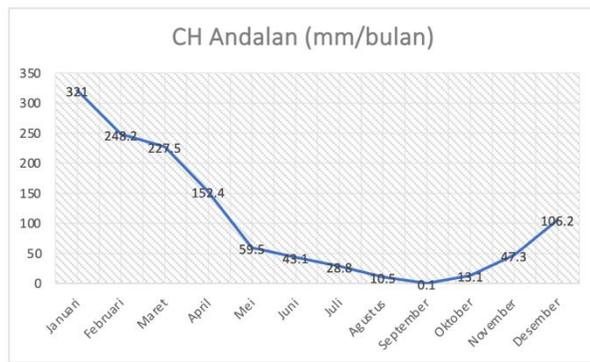
No	Tahun	CH/tahun (maks ke min)	Probabilitas (%)
1	2020	2356.9	5%
2	2016	2340.2	10%
3	2014	2272.6	15%
4	2021	2206.7	20%
5	2010	2002.8	25%
6	2017	1926.2	30%
7	2013	1905.3	35%
8	2022	1873.9	40%
9	2005	1842.7	45%
10	2008	1667.8	50%
11	2007	1666	55%
12	2015	1600.6	60%
13	2004	1562.9	65%
14	2019	1559.6	70%
15	2009	1443.8	75%
16	2018	1356.8	80%
17	2023	1316.7	85%
18	2006	1257.6	90%
19	2012	1238.7	95%
20	2011	1058.6	100%

Nilai probabilitas curah hujan yang digunakan yaitu dengan tingkat keandalan 90% untuk air baku, yaitu curah hujan pada tahun 2006 sebesar 1.257,6 mm/tahun. Selanjutnya, dalam analisis ini digunakan data curah hujan andalan tahun 2006 yang terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Curah hujan andalan tahun 2006

Bulan	CH Andalan (mm/bulan)
Januari	321
Februari	248.2
Maret	227.5
April	152.4
Mei	59.5
Juni	43.1
Juli	28.8
Agustus	10.5
September	0.1
Oktober	13.1
November	47.3
Desember	106.2
Total	1.257,60

Berdasarkan grafik curah hujan andalan pada Gambar 10, bulan Januari menunjukkan curah hujan tertinggi, yaitu mencapai 321 mm/bulan. Angka ini mengindikasikan bahwa bulan Januari menjadi periode yang ideal untuk mengumpulkan air hujan, sehingga dapat digunakan sebagai patokan untuk mengisi kolam retensi secara optimal.



Gambar 10. Curah hujan andalan tahun 2006 dengan tingkat keandalan 90%

Analisis Debit Rancangan

Sebelum melakukan perhitungan analisis debit banjir rancangan periode ulang 5, 2 dan 10 tahun, terlebih dahulu menentukan jenis dan luasan area tampungan hujan (*catchment area*) untuk kemudian dihitung dengan menggunakan metode rasional. Karena pada daerah sekitar lokasi penelitian memiliki jenis tutupan lahan yang berbeda-beda, maka harus ditentukan setiap jenis tutupan lahan beserta koefisiennya. Pada Tabel 4 adalah merupakan persentase luas penggunaan tutupan lahan yang terdapat di wilayah penelitian. Tabel 5 adalah perhitungan koefisien limpasan kumulatif.

Tabel 4. Persentase luas penggunaan tutupan lahan

Penutup Lahan	Luas (m ²)	Persentase (%)
Bangunan	11771	39
Jalan Aspal	3498	11
Permukaan Diperkeras	4314	14
Vegetasi	6854	22
Lahan Terbuka	2069	7
Rumput	2038	7
Total	30544	100

Tabel 5. Koefisien limpasan di wilayah kolam retensi

Penutup Lahan	Luas (A) (m ²)	C	C × A
Bangunan	11771	0,70	8239,7
Jalan Aspal	3498	0,70	2448,6
Permukaan Diperkeras	4314	0,70	3019,8

Penutup Lahan	Luas (A) (m ²)	C	C × A
Vegetasi	6854	0,25	1713,5
Lahan Terbuka	2069	0,30	620,7
Rumput	2038	0,30	611,4
Total	30544	100	16653,7
Nilai C	0,5452		

Nilai koefisien aliran yang digunakan adalah C = 0,55 dengan menggunakan persamaan (2). Selanjutnya, perhitungan debit rencana dihitung dengan metode rasional dengan menggunakan persamaan (3). Tabel 6 adalah debit rencana dengan kala ulang 2, 5 dan 10 tahun.

Tabel 6. Debit Rencana

Kala Ulang	C	I (mm/jam)	A (km ²)	Q (m ³ /det)
2	0,5452	495,69	0,030544	2,29
5	0,5452	650,59	0,030544	3,01
10	0,5452	750,46	0,030544	3,47

Analisis Evapotranspirasi

Berdasarkan hasil perhitungan evapotranspirasi menggunakan *Pennman* Modifikasi, nilai terbesar terjadi pada bulan Oktober yaitu 6,3 mm/hari atau 195,7 mm/bulan. Sedangkan nilai terkecil terdapat pada bulan Juni yaitu 3,75 mm/hari atau 112,62 mm/bulan.

Analisis Debit Andalan

Berikut adalah tahap perhitungan debit menggunakan F. J. Mock untuk contoh tahun 2014.

- 1) Data meteorologi
Curah hujan bulanan Januari (P) = 653,8 mm/bulan
Jumlah hari hujan (n) = 21 hari
Jumlah hari 1 bulan = 31 hari
- 2) Evapotranspirasi Aktual (ETa)
Menggunakan persamaan (4) – (16) menghasilkan Debit Bulanan Metode F. J. Mock (m³/bulan) Tabel 7.

Besar keandalan untuk kebutuhan air dipilih sebesar 90%, disesuaikan dengan keperluan kebutuhan air baku. Berdasarkan hasil perhitungan ketersediaan air dengan metode F. J. Mock, maka diperoleh nilai debit andalan total per tahun adalah 1.446 m³/tahun, dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 7. Hasil analisis debit bulanan metode F. J. Mock

Tahun	Debit Bulanan (m ³ /bulan)												Rata-rata/tahun
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des	
2014	653.0	640.7	230.6	242.6	111.1	249.9	195.8	305.4	610.9	305.4	135.8	400.3	340.1
2015	455.7	795.4	123.1	118.2	523.6	407.3	0.0	610.9	0.0	1832.6	146.6	218.9	436.0
2016	173.1	555.4	214.9	220.9	136.1	357.1	280.8	171.7	99.3	129.5	106.2	104.7	212.5
2017	186.7	401.7	87.3	250.0	266.0	308.9	184.0	610.9	284.9	141.0	87.3	255.8	255.4
2018	114.4	278.9	74.8	220.0	244.4	281.9	916.3	610.9	366.5	219.5	196.5	126.4	304.2
2019	407.4	137.6	339.3	81.9	261.8	333.2	1832.6	3665.3	1832.6	407.3	244.4	305.6	820.7
2020	520.8	915.2	152.7	135.8	141.0	261.8	281.9	355.2	192.9	155.8	114.5	87.3	276.2

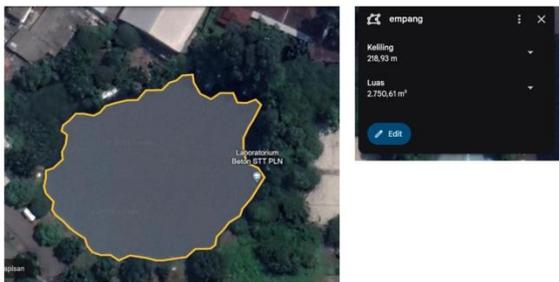
2021	313.5	541.2	219.1	223.4	426.3	144.4	192.9	215.6	166.6	126.4	99.1	252.5	243.4
2022	348.2	227.9	107.9	183.3	239.9	154.9	221.1	203.6	118.2	123.8	111.1	32.5	172.7
2023	191.6	390.9	276.2	126.4	192.9	159.1	366.5	1832.6	0.0	1832.6	157.2	166.6	474.4
Rata-rata	336.4	488.5	182.6	180.2	254.3	265.9	447.2	858.2	367.2	527.4	139.8	195.1	

Tabel 8. Analisis debit andalan probabilitas 90%

Probabilitas	Debit Bulanan (m ³ /bulan)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
9%	653	915.2	339.3	250	523.6	407.3	1832.6	3665.3	1832.6	1832.6	244.4	400.3
18%	520.8	795.4	276.2	242.6	426.3	357.1	916.3	1832.6	610.9	1832.6	196.5	305.6
27%	455.7	640.7	230.6	223.4	266	333.2	281.9	610.9	366.5	407.3	157.2	255.8
36%	407.4	555.4	219.1	220.9	261.8	308.9	280.8	610.9	284.9	305.4	146.6	252.5
45%	348.2	541.2	214.9	220	244.4	281.9	221.1	610.9	192.9	219.5	135.8	218.9
55%	313.5	401.7	152.7	183.3	239.9	261.8	195.8	355.2	166.6	155.8	114.5	166.6
64%	191.6	390.9	123.1	135.8	192.9	249.9	192.9	305.4	118.2	141	111.1	126.4
73%	186.7	278.9	107.9	126.4	141	159.1	184	215.6	99.3	129.5	106.2	104.7
82%	173.1	227.9	87.3	118.2	136.1	154.9	0	203.6	0	126.4	99.1	87.3
91%	114.4	137.6	74.8	81.9	111.1	144.4	366.5	171.7	0	123.8	87.3	32.5

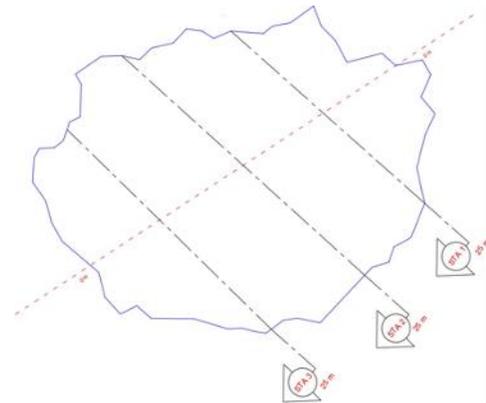
Analisis Kapasitas Tampung Kolam Retensi

Pengukuran dilakukan secara manual dengan metode penampang (*cross-section method*) atau metode luasan penampang (*area-velocity method*) dengan pendekatan volume rata-rata.



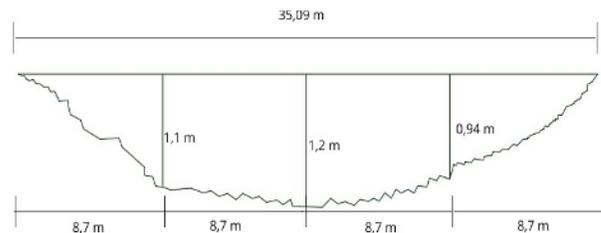
Gambar 11. Tampak atas dan luasan kolam retensi dengan menggunakan aplikasi G-Earth

Dalam praktiknya, kolam retensi ditentukan garis tengahnya kemudian dibagi menjadi beberapa segmen STA atau penampang melintang. Masing-masing segmen dibagi dengan ukuran yang sama, kemudian di setiap segmen dihitung lebar dan kedalamannya untuk menghitung luasan penampang. Pengukuran kedalaman diambil dalam beberapa titik yang mewakili area segmen tersebut. Kemudian, volume dihitung dengan mengalikan luasan penampang dengan lebar segmen.



Gambar 12. Site plan pengukuran kolam retensi

Kolam dibagi menjadi 4 segmen, setiap segmen memiliki jarak 25 m. Pengukuran lebar tiap segmen dilakukan dengan menggunakan alat Total Station dan Prisma yang ditembakkan dari bagian pinggir kolam. Pengukuran kedalaman diambil dari tiap-tiap STA sejajar. Titik kedalaman dibagi berdasarkan lebar dari tiap-tiap STA. Hasil pengukuran kedalaman dan lebar segmen terlihat pada salah satu STA berikut.



Gambar 13. Potongan melintang STA 1

Tabel 9. Analisis volume tampung metode penampang

STA 1	Total Luasan (m ²)	Lebar (m)	Volume (m ³)
Luasan 1	4,785		
Luasan 2	10,0485		
	28,2315	35,09	990,64

Luasan 3	9,309			
Luasan 4	4,089			
STA 2	Total Luasan (m ²)	Lebar (m)	Volume (m ³)	
Luasan 1	4,7873			
Luasan 2	10,2097			
Luasan 3	9,8677	37,283	48,88	1809,94333
Luasan 4	8,3045			
Luasan 5	3,85915			
STA 3	Total Luasan (m ²)	Lebar (m)	Volume (m ³)	
Luasan 1	7,616			
Luasan 2	20,332			
Luasan 3	19,652	55,012	54,5	2998,154
Luasan 4	7,412			

Maka, total volume rata-rata kolam retensi Institut Teknologi PLN adalah:
 $495,32 + 1400,29 + 2404,05 + 1499,08 = 5798,74 \text{ m}^3$.

KESIMPULAN

Tempat penampungan air hujan dalam bentuk kolam retensi di wilayah kampus Institut Teknologi PLN dapat disimpulkan bahwa penerapan proses filtrasi dapat memengaruhi nilai kualitas air. Media filtrasi pada penelitian ini berupa *manganese sand*, *anthracite* dan *ion exchange* resin berhasil meningkatkan kualitas air pada seluruh parameter (fisika, kimia dan mikrobiologi) sesuai dengan baku mutu air yang diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017. Curah hujan andalan tahun 2006 sebesar 1.257,60 mm/tahun digunakan sebagai dasar perhitungan debit air, dengan metode F. J. Mock menunjukkan debit andalan sebesar 1.446 m³/tahun untuk memenuhi kebutuhan air baku dengan keandalan 90%. Penghitungan volume kolam retensi di Institut Teknologi PLN dilakukan dengan membagi kolam menjadi empat segmen sepanjang 25 meter, kemudian mengukur lebar dan kedalaman setiap segmen menggunakan Total Station dan Prisma. Total volume rata-rata kolam retensi yang dihitung berdasarkan data luasan penampang adalah 5.798,74 m³.

Hasil filtrasi menunjukkan penurunan dan perbaikan di seluruh parameter yang diuji dengan penurunan signifikan pada parameter kekeruhan, dari 53,3 NTU menjadi 11,76 NTU membuat nilai tersebut masuk ke dalam standar baku mutu. Penerapan teknologi filtrasi ini menawarkan solusi berkelanjutan untuk pengelolaan air nondomestik di lingkungan kampus, serta berpotensi untuk diterapkan pada berbagai kegiatan nondomestik lainnya dalam skala yang lebih luas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Institut Teknologi PLN yang telah berkontribusi dalam program keinsinyuran ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiani, E., Triastuti, W. E., Sampurno, A. C. O. E., Zahrah, H. F., Tyas, S. R. C., Santoso, Y. D. F., ... & Amali, H. (2023, July). Penentuan Kadar Sulfat pada Air Sumur di Wilayah Surabaya Menggunakan Spektrofotometer. In *Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"* (pp. 5-1).
- Akraboelittaqwa, A., De Side, G. N., & Azmiyati, U. (2021). Rain Water Harvesting Sebagai Alternatif Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih. *Indonesian Journal of Engineering (IJE)*, 2.
- Alia, F., Indriyati, C., & Aditya, B. B. (2023). Desain dan Perencanaan Teknis Kolam Retensi Arafuru Kota Palembang. *Teras Jurnal: Jurnal Teknik Sipil*, 13(2), 339-352.
- Antoro, M. D., & Purnama, I. L. S. (2014). Studi Perubahan Kualitas Air Di Sungai Progo Bagian Hilir Di Yogyakarta Tahun 2009–2013. *Jurnal Bumi Indonesia*, 3(4), 228622.
- Blumberg. (n.d.). *In-situ river water restoration by Geophytobfilters*. Retrieved from <https://www.blumberg-engineers.com/en/ecotechnologies/riverwater-treatment/>
- Harmani, E., & Soemantoro, M. (2017). Kolam retensi sebagai alternatif pengendali banjir. *Jurnal Teknik Sipil Unitomo*, 1(1).
- Harsono, T., & Utomo, R. (2022). Penggunaan resin penukar ion untuk pengurangan kadar logam berat dalam air limbah. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 16(2), 85-95.
- Jusuf, H., Adityaningrum, A., & Arsyad, C. (2023). Analisis Kandungan Nitrat (NO₃), Nitrit (NO₂), dan Kandungan Logam Berat Merkuri (Hg) pada Air di Danau Perintis Kabupaten Bone Bolango. *Jambura Journal of Health Sciences and Research*, 5(4), 1101-1111.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2017). *Indonesia Health Minister Regulation number 32 (2017)*. Retrieved from <https://depkes.go.id>

- Kusuma, H. (2020). Pengaruh resin penukar ion terhadap kualitas air limbah. *Jurnal Pengelolaan Sumber Daya Alam*, 12(1), 40-48.
- Laksana, R. A., Vegatama, M. R., & Kumalasari, P. I. (2022). Rancang bangun filtrasi air skala rumah tangga dengan analisa efisiensi alat. *J Pendidik Tambusai*, 6(1), 294-303.
- Lestari, T., Wardoyo, F. A., & Mukaromah, A. H. (2021). Pengaruh Pasang dan Surut Air Laut terhadap Kadar Nitrit pada Air Sumur di Kelurahan Tanjung Mas Semarang. *Jurnal Labora Medika*, 4(1), 1-5.
- Masyruroh, A., & Karyadi, E. (2013). Analisa terhadap Kualitas Air Permukaan pada Sungai Cibanten di Sekitar Rumah Sakit Umum Daerah Kabupaten Serang. *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*, 2(2).
- Nainggolan, A. A., Arbaningrum, R., Nadesya, A., Harliyanti, D. J., & Syaddad, M. A. (2019). Alat pengolahan air baku sederhana dengan sistem filtrasi. *Widyakala Journal: Journal of Pembangunan Jaya University*, 6, 12-20.
- Suharto, A. (2020). Efektivitas media filtrasi dalam pengolahan air bersih: Studi kasus besi dan mangan terlarut. *Jurnal Sumber Daya Air Indonesia*, 9(1), 23-30.
- Ulfah, M. (2018, July). Pemanfaatan Air Permukaan dan Air Tanah. In *Seminar Nasional Hari Air Sedunia* (Vol. 1, No. 1, pp. 125-130).
- Winarmadani, S. (2019). *Analisis Kandungan Logam Berat (Pb, Cd, Cu, Fe) pada Tanah di Rawapening Kabupaten Semarang Jawa Tengah* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia).
- Zulkifli, A. K., Bahagia, S., & Viena, V. (2021). Analisis kualitas air permukaan DAS Alas-Singkil untuk monitoring tingkat pencemaran air permukaan. *Jurnal Nasional Komputasi Dan Teknologi Informasi*, 4(6), 543-550.