

Analisis Perubahan Karakteristik pH, Suhu dan COD Pada Air Limbah Rumah Sakit Terhadap Perubahan Jumlah Dan Kapasitas Kegiatannya

Sonia Apriyunita¹, Sri Fitria Retnawaty¹, Yulia Fitri¹

¹Program Studi Fisika, Universitas Muhammadiyah Riau, Pekanbaru, Indonesia

Email: 200203026@student.umri.ac.id¹, fitriretno@umri.ac.id¹, yuliafitri@umri.ac.id¹

Received 2 September 2024 | Revised 8 September 2024 | Accepted 15 September 2024

ABSTRAK

American Hospital Association menyatakan bahwa rumah sakit adalah lembaga yang mencakup tenaga medis profesional dan fasilitas kesehatan tetap yang mengelola berbagai layanan kesehatan, termasuk pemeriksaan, diagnosis, dan pengobatan. Aktivitas rumah sakit berpotensi menghasilkan limbah cair, padat, dan gas. Tujuan dari penelitian ini adalah mengevaluasi hubungan antara aktivitas rumah sakit dan karakteristik pH, suhu, serta COD dalam limbah yang dihasilkan. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasional analitik secara deskriptif, menggunakan uji korelasi Pearson untuk menganalisis hubungan antara variabel-variabel tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH memiliki hubungan signifikan dengan jumlah pasien rawat inap ($r = -0,840$, $p = 0,018$). Karakteristik suhu tidak menunjukkan hubungan signifikan dengan variabel lain, sementara COD menunjukkan hubungan signifikan dengan jumlah karyawan ($r = -0,905$, $p = 0,005$), yang berarti peningkatan jumlah karyawan berkorelasi dengan penurunan COD.

Kata Kunci : air limbah rumah sakit, korelasi , pH, suhu, COD

ABSTRACT

The American Hospital Association defines hospitals as institutions comprising medical professionals and fixed health facilities that manage various health services, including examination, diagnosis, and treatment. Hospital operations have the potential to generate liquid, solid, and gaseous waste. This study aimed to evaluate the relationship between hospital activities and pH, temperature, and COD characteristics in the waste produced. The research employed a descriptive-analytical observational approach, utilizing the Pearson correlation test to analyze the relationships between these variables. The findings revealed that pH had a significant relationship with the number of inpatients ($r = -0.840$, $p = 0.018$). Temperature characteristics showed no significant relationship with other variables. Meanwhile, COD demonstrated a significant relationship with the number of employees ($r = -0.905$, $p = 0.005$), indicating that an employee increase correlates with decreased COD levels.

Keywords: hospital wastewater, correlation, pH, temperature, COD

1. PENDAHULUAN

American Hospital Association, menyatakan bahwa rumah sakit merupakan organisasi yang terdiri dari tenaga medis profesional dan fasilitas kedokteran yang tetap, terdapat beragam kegiatan yang meliputi pelayanan medis seperti pemeriksaan kesehatan, diagnosis penyakit, serta pengobatan yang sesuai dengan kondisi yang diderita oleh pasien. Selain itu, pihak rumah sakit juga menyediakan perawatan perawat yang berkelanjutan yang meliputi pemantauan kondisi pasien, perawatan luka, administrasi obat-obatan, serta pendampingan pasien dalam proses penyembuhan. Jenis kegiatan di rumah sakit juga mencakup prosedur medis, intervensi bedah, rehabilitasi, layanan gawat darurat, serta pelayanan konsultasi dan edukasi bagi pasien dan keluarganya untuk meningkatkan pemahaman terkait kondisi kesehatan dan perawatan yang diberikan [1].

Kota Pekanbaru, ibu kota Provinsi Riau dengan tingkat urbanisasi tinggi, pusat perdagangan, dan populasi yang terus bertambah, membutuhkan fasilitas kesehatan seperti rumah sakit untuk memenuhi kebutuhan masyarakat yang berkembang. Klasifikasi rumah sakit di Pekanbaru terbagi dalam empat tingkatan. Merujuk pada Pasal 4 Surat Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 134/MenKes/SK IV/1978, rumah sakit umum diklasifikasikan menjadi empat kategori berdasarkan beban kerja dan fungsinya: Kategori A, B, C, dan D. Kapasitas tempat tidur di setiap kategori rumah sakit umum bervariasi sesuai dengan kelasnya. Rumah sakit Kelas A memiliki kapasitas minimal 250 tempat tidur, Kelas B minimal 200 tempat tidur, Kelas C minimal 100 tempat tidur, dan Kelas D minimal 50 tempat tidur. Pola ini menggambarkan korelasi positif antara grade rumah sakit umum dengan kapasitas tempat tidurnya - semakin tinggi grade rumah sakit, semakin besar pula jumlah tempat tidur yang tersedia. Hal ini mencerminkan perbedaan dalam skala operasional dan tingkat pelayanan yang dapat diberikan oleh masing-masing kategori rumah sakit [2-3].

Rumah Sakit Mutiasari adalah salah satu rumah sakit umum yang termasuk dalam Kelas D dan saat ini merencanakan pembangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Pembangunan IPAL bertujuan untuk memastikan pengelolaan limbah medis dan non-medis secara efektif, mencegah pencemaran lingkungan serta mematuhi regulasi kesehatan lingkungan.

Rumah Sakit Mutiasari memiliki jenis kegiatan ini mencakup kegiatan utama medis, kegiatan Non-medis, dan kegiatan yang mendukung operasional rumah sakit atau penunjang. Kegiatan utama medis meliputi operasi, prosedur hemodialisis, analisis laboratorium, perawatan luka, pusat sterilisasi dan persiapan alat medis (CSSD), serta Unit Gawat Darurat (UGD). Kegiatan Non-medis mencakup rawat inap, kunjungan pasien rawat jalan, serta perawatan intensif di ICU, ICCU, NICU, dan PICU. Kegiatan yang mendukung atau penunjang itu termasuk kegiatan farmasi, manajemen rekam medis, unit gizi, dan pelayanan radiologi. Semua aktivitas tersebut berpotensi menghasilkan limbah dalam bentuk padat, cair, atau gas.

Air limbah yang dihasilkan oleh fasilitas kesehatan seperti rumah sakit memiliki dua kategori utama berdasarkan karakteristiknya: infeksius dan non-infeksius. Kategori pertama, limbah cair infeksius, berasal dari perawatan pasien dengan penyakit menular yang membutuhkan isolasi, seperti yang terjadi di unit perawatan intensif. Limbah jenis ini sering mengandung bakteri patogen yang dapat menyebabkan penyakit. Kategori kedua, limbah cair non-infeksius, mirip dengan limbah domestik pada umumnya. Limbah ini dihasilkan dari berbagai aktivitas rumah sakit seperti pencucian (laundry), penyiapan makanan di bagian gizi, dan kegiatan lainnya yang tidak berkaitan langsung dengan perawatan pasien penyakit menular. Penting untuk dicatat bahwa sebagian besar air limbah rumah sakit termasuk dalam kategori non-infeksius dan dapat dianggap setara dengan limbah domestik pada

Analisis perubahan karakteristik pH, suhu dan COD pada air limbah rumah sakit terhadap perubahan jumlah dan kapasitas kegiatannya

umumnya. Hal ini karena sumbernya berasal dari kegiatan-kegiatan yang serupa dengan yang ditemukan di lingkungan rumah tangga atau perkantoran [4-6].

Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan No. 7 Tahun 2019, setiap institusi penyedia layanan kesehatan diwajibkan memiliki sistem pengolahan air limbah (IPAL). Rahmat dkk. mendefinisikan IPAL sebagai suatu sistem atau fasilitas yang didesain khusus untuk memproses limbah cair sebelum dibuang ke lingkungan. Sementara itu, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2016) menetapkan standar kualitas air limbah melalui Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. P.68 Tahun 2016, yang mengatur tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Lebih lanjut, Menteri Kesehatan RI (2019) menekankan bahwa limbah cair rumah sakit berpotensi membahayakan lingkungan dan kesehatan masyarakat [7].

Chemical Oxygen Demand (COD) adalah parameter yang mengindikasikan jumlah oksigen yang diperlukan untuk menguraikan seluruh materi organik dalam air. Tingginya kadar COD dalam air limbah mengindikasikan adanya pencemaran pada badan air tersebut. Hal ini dapat menimbulkan risiko serius bagi kesehatan manusia, karena air yang tercemar berpotensi menjadi media penyebaran penyakit dan mengandung beragam bakteri patogen. Selain itu, air limbah yang terkontaminasi cenderung menarik berbagai organisme pembawa penyakit, seperti tikus, nyamuk, lalat, dan hewan vektor lainnya [8-9].

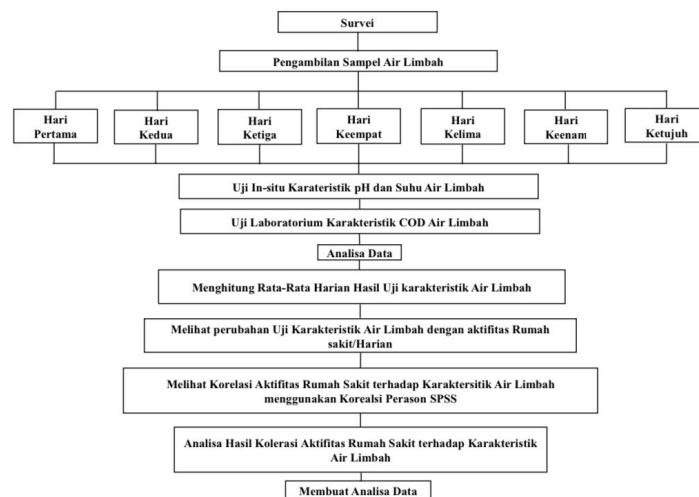
Telah banyak penelitian yang dilakukan 5 tahun terakhir tentang Hubungan jumlah kapasitas dan konsentrasi air limbah Rumah Sakit seperti Fachruddin dkk (2023) yang meneliti Analisis Parameter pH, BOD, COD, TSS, Minyak dan Lemak serta Total Coliform pada limbah Cair Rumah Sakit Gerbang Sehat Long Bagun Mahakam Ulu, Tyas Dkk (2024) Melakukan Penelitian tentang Evaluasi Instalasi Pengolahan air limbah (IPAL) RSUD dr. Soedono Madiun dan penelitian yang dilakukan Manopo Dkk (2023) yaitu Evaluasi Limbah Cair dan Limbah Padat di Rumah Sakit ADVENT Kota Manado. Namun hingga saat ini belum ada yang meneliti tentang hubungan perubahan jumlah dan kapasitas pada kegiatan rumah sakit terhadap perubahan konsentrasri Ph, suhu dan COD [10-12].

Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk melihat hubungan perubahan jumlah dan kapasitas pada kegiatan Rumah Sakit Mutasari terhadap perubahan konsentrasri pH, suhu dan COD dalam limbah yang dihasilkan.

2. METODOLOGI

2.1 Metode

Metode yang digunakan untuk menganalisis perubahan COD pada air limbah rumah sakit terhadap perubahan jumlah dan kapasitas kegiatannya. Tahapan penelitian yang dimulai dari survei dan pengambilan sampel air limbah selama tujuh hari berturut-turut. Pengujian karakteristik pH dan suhu dilakukan secara In-Situ serta pengujian karakteristik COD di Laboratorium. Data hasil pengujian dianalisis dengan menghitung rata-rata harian untuk memahami pola perubahan karakteristik air limbah. Perubahan ini kemudian dikaitkan dengan aktivitas rumah sakit melalui uji korelasi Pearson menggunakan SPSS, diakhiri dengan analisis data dan penyusunan Kesimpulan, telah diilustrasikan pada Gambar 1. yang menunjukkan mekanisme penelitian:



Gambar 1. Tahapan Penelitian

2.2 Survei

Penelitian ini menggunakan Metode survei deskriptif merupakan pendekatan penelitian yang bertujuan untuk menggambarkan atau mendeskripsikan suatu fenomena, seperti perubahan karakteristik air limbah di Rumah Sakit Mutiasari, Kota Duri, Riau yang berkaitan dengan variasi dalam jumlah dan kapasitas kegiatan harian rumah sakit. Pengambilan sampel dilaksanakan selama 7 hari berturut-turut pada bulan Juni 2024, dengan waktu pengambilan konsisten pada pukul 10 pagi setiap harinya. Sampel air limbah diambil dari satu titik spesifik, yaitu *inlet* Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Parameter diuji langsung meliputi pH, suhu, mengikuti standar metodologi yang ditetapkan dalam SNI 890:2021, serta Pengukuran karakteristik COD di laboratorium sesuai dengan pedoman SNI 6989.2 - 2019.

2.3 Pengujian In-Situ dan uji Laboratorium

Pengambilan sampel air dilakukan menggunakan metode *purposive sampling* sesuai dengan SNI 8990:2021. Sampel diukur menggunakan 2 metode yaitu pengukuran in-situ dan analisis laboratorium. Pengukuran in-situ dilakukan 3 kali untuk setiap sampel di IPAL, Parameter yang diuji pada penelitian ini meliputi 2 aspek utama kualitas air yaitu pH dan suhu. Selain itu, penelitian ini juga mencakup pengukuran karakteristik COD (*Chemical Oxygen Demand*) dari air limbah. Berbeda dengan parameter lainnya pengukuran COD dilakukan di laboratorium dengan mengikuti pedoman SNI 6989.2 -2019 yang lebih kompleks dan peralatan khusus. Semua pengukuran dan Analisis ini dilakukan berdasarkan standar yang ditetapkan dalam PERMEN LHK-RI (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia) Nomor 68 Tahun 2016 tentang baku mutu air limbah domestic [13].

2.4 Analisa Data

Analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini menggabungkan metode statistik deskriptif dan inferensial, guna menjamin efisiensi dan keakuratan analisis, prosesnya didukung oleh perangkat lunak IBM SPSS Statistics 25. Data yang diolah disajikan dalam dua bentuk utama: bentuk tampilan data numerik. Melakukan analisis lebih lanjut untuk menilai hubungan antar variabel, menggunakan korelasi Pearson untuk mengukur arah dan kekuatan hubungan, atau regresi untuk memodelkan hubungan sebab akibat dan membuat prediksi. Koefisien korelasi Pearson sering digunakan untuk

menilai hubungan linier antara dua variabel. Analisis ini menggunakan tingkat kepercayaan 95% dan nilai signifikansi 0,05. Keputusan diambil berdasarkan nilai signifikansi yang diperoleh dari analisis SPSS. Jika nilai signifikansinya kurang dari 0,05 maka terjadi korelasi [14].

Pengambilan keputusan dalam analisis ini didasarkan pada beberapa kriteria. Pertama, hubungan antar variabel dianggap signifikan jika nilai signifikansi kurang dari 0,05. Sebaliknya, variabel-variabel dianggap tidak berhubungan jika nilai signifikansi melebihi 0,05. Dalam kasus khusus di mana nilai signifikansi tepat 0,05, hasil uji korelasi Pearson dibandingkan dengan nilai r tabel untuk menentukan hubungan antar variabel. Ketika nilai signifikansi tepat 0,05, jika hasil uji korelasi Pearson melebihi nilai r tabel, maka variabel-variabel tersebut dianggap berhubungan. Sebaliknya, jika hasil uji korelasi Pearson kurang dari nilai r tabel, maka variabel-variabel tersebut dianggap tidak berhubungan. Dengan demikian, besaran nilai korelasi Pearson relatif terhadap r tabel menjadi penentu ada tidaknya hubungan antar variabel dalam situasi ini [14]. Pedoman untuk derajat hubungan dijelaskan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Pedoman Derajat Hubungan

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00 - 0,199	Sangat Lemah
0,20 – 0,399	lemah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat Kuat

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Variabel terikat dalam studi ini terdiri dari karakteristik COD (*Chemical Oxygen Demand*) air limbah. variabel bebas yang diteliti ada empat faktor utama yaitu jumlah karyawan, tingkat penggunaan air bersih, Pasien rawat jalan dan inap. Berikut adalah hasil dan pembahasan mengenai pencapaian penelitian tentang Perubahan Karakteristik pH, Suhu dan COD Pada Air Limbah Rumah Sakit.

3.1 Hasil dan pembahasan survei

Selama Pelaksanaan survei di Rumah sakit Mutiasari, data yang diperoleh meliputi informasi terkait dengan aktifitas dari kegiatan rumah sakit (variabel bebas) yang diambil selama 7 hari berturut-turut. Seluruh data yang di kumpulkan disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Data Pengujian Varibel Bebas

Parameter	Satuan	Hari							Rata-Rata
		1	2	3	4	5	6	7	
Jumlah Karyawan	Org	220	216	198	128	216	217	218	201.9
Penggunaan Air Bersih	m^3	3464	3496	3530	3560	3588	3621	3651	3558.6
Pasien Rawat Jalan	Org	542	328	214	0	252	324	315	282.1
Pasien Rawat Inap	Org	21	19	16	15	21	11	8	15.9

Selama tujuh hari pengamatan, rumah sakit mengalami fluktuasi dalam jumlah karyawan, penggunaan air bersih, serta jumlah pasien rawat inap dan pasien rawat jalan. Jumlah karyawan tertinggi tercatat

sebanyak 220 orang sementara terendah 128 orang dengan rata-rata 201,9 orang. Penggunaan air bersih meningkat secara konsisten setiap hari, dengan rata-rata 3558,6 m³, mencerminkan peningkatan aktivitas operasional rumah sakit. Jumlah pasien rawat jalan juga mengalami fluktuasi besar, mulai dari 542 pasien pada hari pertama hingga turun menjadi 0 pada hari keempat dengan rata-rata 282,1 orang. Sementara itu, jumlah pasien rawat inap relatif stabil namun cenderung menurun, dengan rata-rata 15,9 orang.

3.2 Hasil dan pembahasan Pengujian In-situ dan pengujian Laboratorium

Data hasil uji In situ pengukuran karakteristik yaitu suhu dan pH. Pengukuran kedua parameter tersebut dilakukan secara langsung di lokasi inlet Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Sedangkan pengujian di laboratorium yaitu COD (Chemical Oxygen Demand). Seluruh data yang di kumpulkan disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Data Pengujian Varibel Terikat

Parameter	Satuan	Hari							Rata-Rata
		1	2	3	4	5	6	7	
pH		9.4	9	10.1	9.8	9.5	10.4	10.3	9.8
Suhu	°C	28.7	27.7	27.1	28.4	27.7	27.8	28.2	27.9
COD	mg/L	177	224	206	547	23.7	43.9	31.7	179

Selama 7 hari pengamatan parameter pH, suhu, dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) pada limbah cair rumah sakit menunjukkan variasi yang signifikan. Nilai pH berkisar antara 9 hingga 10,4 dengan rata-rata 9,8, mencerminkan sifat basa yang stabil. Suhu limbah relatif konstan, dengan rata-rata 27,9°C. Namun, nilai COD mengalami nilai rendah dari 23,7 mg/L hingga puncaknya di 547 mg/L dengan rata-rata 179 mg/L, menunjukkan adanya peningkatan bahan organik yang perlu diuraikan, terutama pada hari keempat.

Tinjauan parameter selama 7 hari mencakup pemantauan rutin terhadap berbagai indikator kualitas yang relevan. Selama periode ini, data dikumpulkan untuk menilai fluktuasi dan tren dalam parameter yang ditentukan, seperti pH, suhu, dan COD air limbah. Pengumpulan data yang konsisten dan berkelanjutan memungkinkan analisis yang mendalam terhadap perubahan harian dan pola jangka panjang.

3.2.1 Pengujian pH

Hasil pemeriksaan pH air limbah Rumah Sakit Mutiasari dapat dilihat pada Gambar 2 :

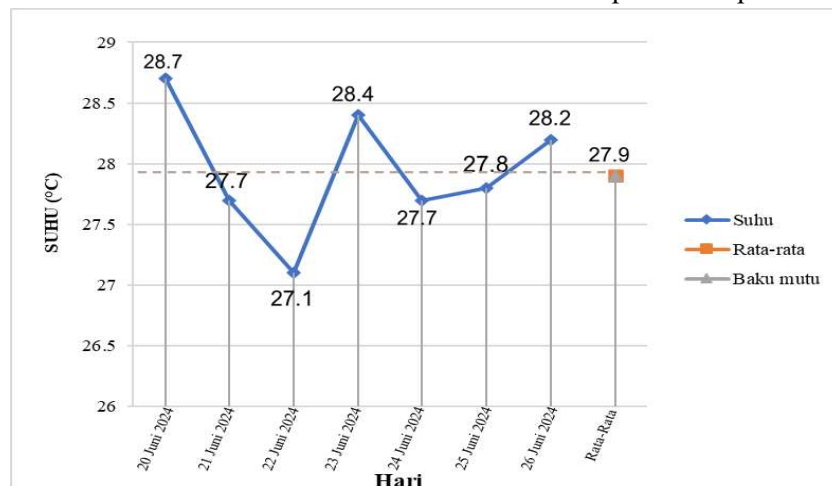


Gambar 2. Hasil Uji In situ pH

Berdasarkan Hasil Gambar 2. Bahwa pH air limbah dirumah sakit Mutiasari pada titik *inlet* nilai Rata-rata 9.8. Nilai pH air limbah menunjukkan kecenderungan yang tidak konstan dalam berbagai kondisi pengujian, perubahan yang signifikan yang teramati, baik pada Hari pertama sampai ketujuh. Meskipun demikian, penting untuk dicatat bahwa nilai rata-rata pH 9.8°C yang terukur Sudah berada diatas standar kualitas limbah cair rumah sakit yang telah ditentukan oleh Pemerintah. Standar tersebut menetapkan bahwa pH limbah cair rumah sakit harus berada dalam rentang 6 hingga 9, sehingga hasil pengukuran ini menunjukkan bahwa limbah tersebut belum memenuhi persyaratan yang berlaku. Operasional rumah sakit menunjukkan dinamika yang beragam, dengan jumlah karyawan berfluktuasi antara 128 hingga 220 orang, serta penggunaan air bersih yang meningkat dari 3464 m³ menjadi 3651 m³. Jumlah pasien rawat jalan sangat bervariasi, bahkan mencapai nol pada satu periode, dan pasien rawat inap menurun dari 21 menjadi 8 orang. Variabilitas ini dapat mempengaruhi komposisi dan karakteristik limbah, sehingga pengolahan yang lebih cermat diperlukan untuk memastikan limbah yang dibuang memenuhi standar lingkungan. [15]

3.2.2 pengujian Suhu (°C)

Hasil pemeriksaan suhu °C air limbah rumah sakit Mutiasari dapat dilihat pada Gambar 3 :

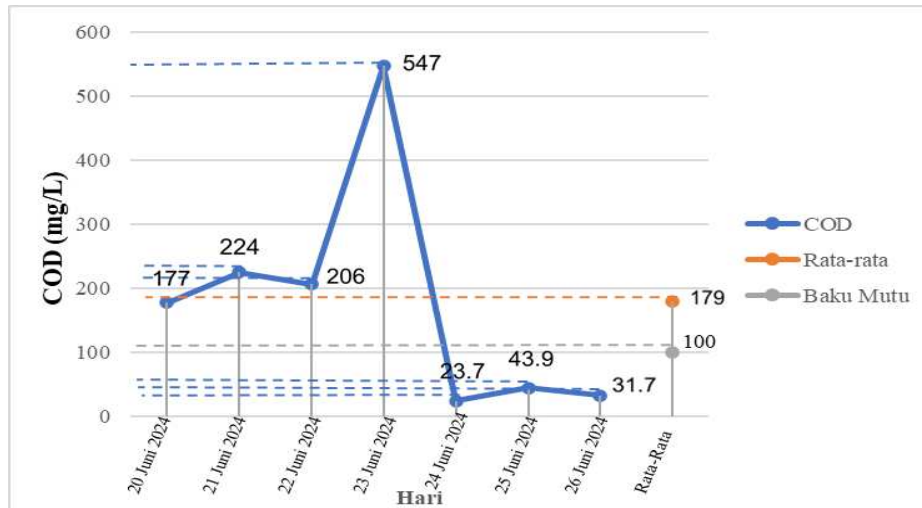


Gambar 3. Hasil Uji In situ Suhu

Hasil pengukuran yang ditunjukkan pada Gambar 3 mengindikasikan bahwa suhu rata-rata air limbah di titik masuk RSUD Mutiasari mencapai 27,9°C. Berdasarkan observasi lapangan, tingkat suhu limbah ini masih berada di dalam batas yang diizinkan untuk kegiatan rumah sakit. Seperti yang terlihat pada Gambar 2, variasi suhu air limbah pada inlet IPAL berkisar antara 27,1°C hingga 28,7°C. Perlu dicatat bahwa suhu memiliki peran krusial dalam proses pengolahan limbah. Suhu yang terlampau tinggi dapat menimbulkan gangguan pada proses pengolahan dengan menghambat aktivitas enzim di dalam sel. Di sisi lain, peningkatan suhu juga berpotensi menurunkan efisiensi pemrosesan limbah. Dengan demikian, menjaga suhu air limbah agar tetap dalam rentang yang optimal merupakan faktor penting untuk memastikan efektivitas proses pengolahan limbah di RSUD Mutiasari. [16]

3.2.3 pengujian COD (mg/L)

Hasil pemeriksaan COD air limbah Rumah Sakit Mutiasari dapat dilihat pada Gambar 4:



Gambar 4. Hasil Uji Laboratorium

Pengujian laboratorium mengungkapkan bahwa kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) rata-rata pada titik masuk (*inlet*) mencapai 179 mg/l. Angka ini merupakan parameter krusial dalam evaluasi tingkat kontaminasi organik pada air limbah yang memasuki sistem pengolahan. Berdasarkan PerMenLHK RI Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah, ambang batas COD untuk limbah domestik ditetapkan tidak melebihi 100 mg/l. Dengan nilai COD inlet sebesar 179 mg/l, yang melebihi batas regulasi, diperlukan proses pengolahan yang memadai guna mereduksi level COD sebelum pembuangan air limbah ke lingkungan. Tingginya konsentrasi COD mengindikasikan keberadaan materi organik yang substansial dalam air limbah, yang bisa berdampak negatif pada lingkungan jika tidak ditangani secara tepat. Air limbah di inlet berasal dari berbagai sumber di lingkungan rumah sakit, termasuk kemungkinan adanya kandungan lemak dan minyak dari unit laundry dan instalasi gizi. Kondisi awal limbah di inlet bersifat keruh dan asam, sehingga belum memenuhi persyaratan untuk dibuang secara langsung ke lingkungan. [16-17]

3.3 Hasil dan Pembahasan Analisa Data

Menguji dan membuktikan penelitian ini, data di analisis menggunakan uji korelasi pearson. Korelasi Pearson adalah ukuran statistik yang mengevaluasi arah dan kekuatan hubungan linier antara 2 variabel yang diukur. Variabel terikat (Y) dalam penelitian ini mencakup karakteristik pH, suhu, dan BOD air limbah, sedangkan variabel bebas (X) terdiri dari jumlah karyawan, penggunaan air bersih, pasien rawat jalan, dan pasien rawat inap. Perhitungan tersebut dilakukan dengan *software* statistik SPSS.

3.3.1 Uji Normalitas Data

Sebelum melakukan analisis korelasi Pearson, penting untuk menguji normalitas data. Hal ini bertujuan untuk memverifikasi bahwa variabel dalam model regresi terdistribusi secara normal. Model regresi yang baik umumnya menggunakan data yang mendekati atau mengikuti distribusi normal. Dalam penelitian ini, metode yang dipilih adalah uji statistik nonparametrik Kolmogorov-Smirnov untuk sampel tunggal. Metode ini menilai apakah data mengikuti distribusi normal. Interpretasi hasil uji didasarkan pada nilai p yang dihasilkan. Data dianggap tidak terdistribusi normal jika nilai p kurang dari 0,05, sedangkan data dianggap terdistribusi normal jika nilai p melebihi 0,05. [18] Hasil Dari pengujian Normalitas dapat dilihat pada Tabel 4.

Analisis perubahan karakteristik pH, suhu dan COD pada air limbah rumah sakit terhadap perubahan jumlah dan kapasitas kegiatannya

Tabel 4. Hasil Uji Normalitas menggunakan uji statistic One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test							
	Jumlah Karyawan	Penggunaan air bersih	pasien rawat jalan	pasien rawat inap	pH	Suhu	COD
N	7	7	7	7	7	7	7
Asymp. Sig. (2-tailed)	.103 ^c	.200 ^{c,d}	.200 ^{c,d}	.200 ^{c,d}	.200 ^{c,d}	.200 ^{c,d}	.165 ^c

Berdasarkan Tabel 4 uji nilai Asymp. Sig. (2-tailed) untuk variabel Jumlah Karyawan, Penggunaan Air Bersih, Pasien Rawat Jalan, Pasien Rawat Inap, COD, pH, dan Suhu masing-masing adalah antara 0,103 dan 0,200, data tersebut nilainya lebih besar dari 0,05 yang menunjukkan bahwa variabel-variabel tersebut berdistribusi normal.

3.3.2 Uji Korelasi Pearson pH

Data Uji Korelasi Pearson Parameter pH dapat dilihat pada Tabel 5:

Tabel 5. Data Analisis Korelasi Pearson pH

		Jumlah Karyawan (Org)	Penggunaan air bersih (m ³)	pasien rawat jalan (Org)	pasien rawat inap (Org)	pH
pH	Pearson Correlation	-0.066	0.745	-0.221	-.840*	1
	Sig. (2-tailed)	0.888	0.055	0.634	0.018	
	N	7	7	7	7	7
*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).						

Analisis korelasi *Pearson* pada tabel 5 mengungkapkan hubungan signifikan antara pH dan jumlah pasien rawat inap, dengan korelasi negatif kuat (-0,840, p=0,018). Terdapat indikasi hubungan positif antara pH dan penggunaan air bersih (0,745, p=0,055), meski tidak signifikan secara statistik. Hubungan pH dengan jumlah karyawan dan pasien rawat jalan tidak signifikan. Korelasi terkuat menunjukkan bahwa peningkatan pH cenderung berhubungan dengan penurunan jumlah pasien rawat inap, atau sebaliknya. Interpretasi harus dilakukan dengan hati-hati mengingat ukuran sampel kecil (N=7).

3.3.3 Uji Korelasi Pearson Suhu

Data Analisis Korelasi Pearson Parameter Suhu, dapat dilihat pada Tabel 6 :

Tabel 6. Data Analisis Korelasi Pearson Suhu

		Jumlah Karyawan (Org)	Penggunaan air bersih (m ³)	pasien rawat jalan (Org)	pasien rawat inap (Org)	Suhu
Suhu	Pearson Correlation	-0.203	-0.112	0.239	0.003	1
	Sig. (2-tailed)	0.662	0.811	0.605	0.995	
	N	7	7	7	7	7

Analisis korelasi Pearson terhadap data suhu menunjukkan bahwa suhu tidak berhubungan signifikan dengan variabel lain. Tingkat signifikansi dua sisi $0,000 < 0,05$, menunjukkan adanya korelasi. Suhu tubuh memiliki korelasi paling kuat dengan jumlah kunjungan rawat jalan (0,239), namun korelasi ini masih lemah dan tidak signifikan secara statistik ($p = 0,605$). Terdapat korelasi negatif lemah dengan jumlah pegawai (-0,203) dan konsumsi air (-0,112), serta korelasi positif sangat lemah dengan rawat inap (0,003). Semua nilai signifikansi berada di atas 0,05, menunjukkan tidak ada korelasi yang signifikan secara statistik [19].

3.3.3 Uji Korelasi Pearson COD

Data Analisis Korelasi Pearson Parameter COD dapat dilihat pada Tabel 7:

Tabel 7. Data Analisis Korelasi Pearson COD

		Jumlah Karyawan (Org)	Penggunaan air bersih (m3)	pasien rawat jalan (Org)	pasien rawat inap (Org)	COD (mg/L)
COD	Pearson	-.905**	-0.399	-0.616	0.152	1
	Correlation					
	Sig. (2-tailed)	0.005	0.375	0.141	0.745	
	N	7	7	7	7	7
** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).						

Berdasarkan hasil analisis korelasi Pearson, ditemukan bahwa hanya Jumlah Karyawan yang memiliki hubungan signifikan dengan COD ($r = -0.905$, $p = 0.005$). Hubungan ini negatif, menunjukkan bahwa peningkatan jumlah karyawan berkorelasi dengan penurunan nilai COD. Sementara itu, Penggunaan Air Bersih ($r = -0.399$, $p = 0.375$), Pasien Rawat Jalan ($r = -0.616$, $p = 0.141$), dan Pasien Rawat Inap ($r = 0.152$, $p = 0.745$) tidak menunjukkan hubungan yang signifikan dengan COD. Oleh karena itu, dari keempat variabel yang diuji, hanya Jumlah Karyawan yang memiliki dampak signifikan terhadap COD.

4. KESIMPULAN

Nilai rata-rata pH air limbah di Rumah Sakit Mutiasari pada titik inlet adalah 9.8, yang melebihi batas standar pH limbah cair, yakni 6 hingga 9, menunjukkan bahwa limbah belum memenuhi persyaratan lingkungan. Suhu rata-rata air limbah adalah 27.9°C, yang berada dalam batas maksimum yang diizinkan, menunjukkan bahwa suhu tidak menghambat efisiensi proses pengolahan. Namun, kadar Chemical Oxygen Demand (COD) pada inlet adalah 179 mg/l, melebihi ambang batas maksimum 100 mg/l, yang menunjukkan pencemaran organik signifikan dan perlunya pengolahan lebih lanjut untuk memenuhi standar lingkungan. Kandungan lemak dan minyak dari unit Laundry dan instalasi Gizi juga berkontribusi pada tingginya nilai COD. Berdasarkan hasil analisis korelasi Pearson, ditemukan bahwa hanya Jumlah Karyawan yang memiliki hubungan signifikan dengan konsentrasi COD ($r = -0.905$, $p = 0.005$). Hubungan ini bersifat negatif, menunjukkan bahwa peningkatan jumlah karyawan berkorelasi dengan penurunan nilai COD. Sebaliknya, variabel Penggunaan Air Bersih ($r = -0.399$, $p = 0.375$), Pasien Rawat Jalan ($r = -0.616$, $p = 0.141$), dan Pasien Rawat Inap ($r = 0.152$, $p = 0.745$) tidak

menunjukkan adanya korelasi yang signifikan dengan COD. Oleh karena itu, dari keempat variabel yang diuji, hanya Jumlah Karyawan yang memiliki dampak signifikan terhadap kadar COD.

Saran untuk mengukur kadar logam berat dalam air limbah rumah sakit, seperti merkuri, timbal, kadmium, dan kromium, karena berpotensi berdampak signifikan terhadap lingkungan dan kesehatan. Pengambilan sampel secara sistematis dari berbagai titik, penggunaan metode analisis yang tepat seperti AAS atau ICP-MS, dan pemantauan berkala penting dilakukan untuk memastikan hasil yang akurat. Berdasarkan hasil pengukuran, evaluasi dampak kesehatan dan lingkungan serta peningkatan sistem pengolahan limbah dapat dilakukan untuk memastikan limbah yang dibuang memenuhi standar lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Universitas Muhammadiyah Riau atas kesempatan untuk menyelesaikan penelitian ini. Terima kasih juga disampaikan kepada Fakultas MIPA dan Kesehatan atas dukungan dan kontribusinya selama proses penelitian, serta kepada Program Penelitian Fisika atas bimbingan dan bantuannya yang sangat berharga. Penulis mengucapkan terima kasih kepada RS Mutiasri, Pembimbing I Sri Fitria Retnawaty, S.Si., M.T., dan Pembimbing II Ibu Yulia Fitri, M.Si, dan peneliti lain yang telah berkontribusi dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pudjonarko, C. A. S., & Indriani, F. (2022). "Analisis Pengaruh Brand Image, Service Quality, Kepuasan Pelanggan dan loyalitas Konsumen Rumah Sakit," *Jurnal Studi Manajemen Organisasi*, 19(1), 15-23.
- [2] Schober P, Vetter TR. Statistical Minute. *Int Anesth Res Soc*. 2019;129(2):2019.
- [2] Azza, S., & Natalia, D. A. R. (2019). "Penerapan Konsep Healing Architecture Pada Rumah Sakit Tipe D di Kabupaten Kendal," *Jurnal Arsitektur ZONASI*, 2(3), 210.
- [3] Kristianto, T., & Sangkot, H. S. (2024). "Analisis Forecast Kebutuhan Tempat Tidur Berdasarkan Indikator Barber Johnson di RSUD Sidoarjo," *J-REMI: Jurnal Rekam Medik dan Informasi Kesehatan*, 5(2), 102-111.
- [4] Suparni, S. (2021). "Sistem Manajemen Pengolahan Limbah Cair Di Rumah Sakit Umum Daerah Kota Prabumulih," *JSK (Jurnal Sistem Informasi dan Komputerisasi Akuntansi)*, 5(1), 30-39.
- [5] Tarigan, R. A. (2023). "Prilaku Penggunaan Alat Pelindung Diri Bagi Tenaga Kerja di PT. Dairi prima Mineral Kec. Silima Pungga-Pungga Kab. Dairi Tahun 2022."
- [6] Noor, E. A. (2020). "Pertanggung jawaban rumah sakit terhadap limbah bahan beracun berbahaya (B3)," *Jurnal Penegakan Hukum Indonesia*, 1(1).
- [7] Hasan, A., & Kadarusman, H. (2022). "Pengaruh aerasi terhadap pengolahan limbah cair rumah sakit dengan metode Constructed Wetland," *Ruwa Jurai: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 16(1), 41-49.
- [8] Duhupo, D., Akili, R. H., & Pinontoan, O. R. (2019). "Perbandingan Analisis Pencemaran Air Sungai dengan Menggunakan Parameter Kimia BOD dan COD di Kelurahan Ketang Baru Kecamatan Singkil Kota Manado Tahun 2018 dan 2019," *KESMAS*, 8(7).
- [9] Mallongi, R. B. A. (2018). "Studi Karakteristik Dan Kualitas BOD Dan COD Limbah Cair Rumah Sakit Umum Daerah Lanto DG. Pasewang Kabupaten Jeneponto," *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan*, 1(1).
- [10] Azwari, F., Hadidjah, K., Benedicta, C. E., & Wahyuni, R. (2023). "Analisis Parameter pH, BOD,

- TSS, Minyak Dan Lemak Serta Total Coliform Pada Limbah Cair Rumah Sakit Gerbang Sehat Long Bagun Mahakam Ulu," *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, 5(1), 45-51.
- [11] Larasati, T. R., & Marsono, B. D. (2024). "Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) RSUD dr. Soedono Madiun," *Jurnal Teknik ITS*, 13(1), F26-F32.
- [12] Manoppo, V. N., Riogilang, H., & Riogilang, H. (2023). "Evaluasi Limbah Cair dan Limbah Padat Di Rumah Sakit ADVENT Kota Manado," *TEKNO*, 21(84), 539-550.
- [13] Retnawaty, S. F., Aweng, A., Rak, L. E., Kutty, A. A., Meka, W., & Badrun, Y. (2023). "Water Quality and Heavy Metal Pollution Status in the Rupert Strait, Indonesia," In *BIO Web of Conferences* (Vol. 73, p. 05015). EDP Sciences.
- [14] Mustafidah, H., & Giarto, W. G. P. (2021). "Aplikasi Berbasis Web untuk Analisis Data Menggunakan Korelasi Bivariat Pearson," *Sainteks*, 18(1), 39-50.
- [15] Sasiang E, Maddusa SS, Oksfriani JS. (2019). "Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah Berdasarkan Parameter Biological Oxygen Demand, Chemical Oxygen Demand Dan Derajat Keasaman Di Rumah Sakit Umumgmim Pancaran Kasih Manado. *Kesmas*," 8(6):608-615.
- [16] Rahmat B, Mallongi A. (2018). 'Studi Karakteristik dan Kualitas BOD dan COD Limbah Cair Rumah Sakit Umum Daerah Lanto DG. Pasewang Kabupaten Jeneponto," *Jurnal Nas Ilmu Kesehat*. 2018;1(69):1-16.
- [17] Yustika, D., ., H. S., ., M. O. T., ., W. F., & ., Y. S. (2023). "Penentuan Nilai COD Sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah Fasilitas Pelayanan Kesehatan Rumah Sakit Putri Bidadari Langkat," *Jurnal Pendidikan, Sains Dan Teknologi*, 2(1), 346–348. <https://doi.org/10.47233/jpst.v2i2.852>
- [18] Ginting MC, Silitonga IM. (2019). "Pengaruh Pendanaan Dari Luar Perusahaan Dan Modal Sendiri Terhadap Tingkat Profitabilitas pada Perusahaan Property And Real Estate Yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesi," *Jurnal Manaj*. 2019;5(2):195-204.
- [19] Makaraung TE, Mangangka IR, Legrans RRI. (2022). Analisa Efektivitas Pengolahan Limbah Cair RSUD Noongan," *Jurnal TEKNO* <https://ejournal.unsrat.ac.id/20:511-518>.