

Evaluasi Alat Pengukur COD dalam Sistem Pengendalian Kualitas Air Limbah Industri

Evaluation of COD Measuring Instrument in Industrial Wastewater Quality Control Systems

Muhamad Irsyad¹, Darmawan Yudhanegara²

^{1,2} Universitas Teknologi Digital, Bandung, Indonesia,

Narahubung:

Nama Penulis¹, email: muhamad10121284@digitechuniversity.ac.id

Info Artikel

Riwayat Artikel:
Diajukan: 26/07/2025
Diterima: 26/07/2025
Diterbitkan: 31/07/2025

Kata Kunci:
Chemical Oxygen Demand,
Spektrofotometer, Manajemen

Keywords:
Chemical Oxygen Demand,
Spectrophotometer,
Management

This work is licensed under a
[Creative Commons Attribution 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)
[International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

<https://doi.org/10.55916/frima.v1i7>

e – ISSN: 2656-6362
p – ISSN: 2614-6681

A B S T R A K

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja alat ukur *Chemical Oxygen Demand* (COD) dalam sistem pengendalian kualitas air limbah industri melalui studi kasus di Laboratorium PT. Kharisma Sejahtera Lestari. Pengukuran dilakukan menggunakan metode spektrofotometri dengan pendekatan kuantitatif dan eksperimen. Sampel air limbah diambil dari titik inlet dan outlet instalasi pengolahan air limbah, kemudian dianalisis menggunakan spektrofotometer setelah melalui tahap pemanasan dan reaksi kimia dengan reagen COD. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kadar COD mengalami penurunan dari 665 mg/L pada *inlet* menjadi 112 mg/L pada *outlet*, dengan efisiensi pengurangan sebesar 83,15%. Penurunan ini mencerminkan efektivitas proses pengolahan limbah dan menunjukkan bahwa alat ukur bekerja secara akurat dan dapat diandalkan. Selain itu, kinerja alat juga sangat dipengaruhi oleh kompetensi operator serta pemeliharaan berkala terhadap perangkat pengukuran. Temuan ini menunjukkan bahwa manajemen operasional laboratorium yang baik sangat berperan dalam menjamin kualitas hasil pengukuran dan mendukung kepatuhan terhadap regulasi lingkungan. Evaluasi ini diharapkan menjadi acuan dalam peningkatan sistem pengendalian mutu air limbah di industri.

A B S T R A C T

This study aims to evaluate the performance of Chemical Oxygen Demand (COD) measuring instruments within the industrial wastewater quality control system, using a case study at the laboratory of PT. Kharisma Sejahtera Lestari. The measurement was conducted using a spectrophotometric method with a quantitative and experimental approach. Wastewater samples were taken from the inlet and outlet of the treatment facility, then analyzed using a spectrophotometer after chemical reactions with COD reagents and a heating phase. The results showed a significant reduction in COD levels from 665 mg/L at the inlet to 112 mg/L at the outlet, indicating a reduction efficiency of 83.15%. This demonstrates the effectiveness of the wastewater treatment process and confirms the accuracy and reliability of the measuring instrument. The performance of the tool is also supported by operator competence and regular maintenance. These findings highlight the importance of effective operational management in laboratories to ensure reliable measurement results and support compliance with environmental regulations. This evaluation is expected to serve as a reference for improving wastewater quality control systems in the industry.

©2025 Proceeding FRIMA, All rights reserved.

1. Pendahuluan

Pencemaran air akibat aktivitas industri merupakan salah satu permasalahan lingkungan yang semakin mendesak untuk diselesaikan di Indonesia. Limbah cair dari aktivitas industri seperti makanan, tekstil, kimia, dan kertas mengandung senyawa organik dan anorganik yang berpotensi merusak ekosistem perairan apabila tidak dikelola dengan baik. Salah satu parameter penting dalam menilai tingkat pencemaran air limbah adalah *Chemical Oxygen Demand* (COD), yaitu jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik secara kimiawi di dalam air. Nilai COD yang tinggi mengindikasikan tingginya kandungan bahan organik dan mencerminkan tingkat pencemaran yang signifikan (Ramayanti & Amna, 2019).

Pemerintah Indonesia telah mengatur batas maksimum nilai COD yang diperbolehkan dalam air limbah melalui Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014. Oleh karena itu, setiap pelaku industri diwajibkan melakukan pengujian dan pengendalian kadar COD sebelum air limbah dibuang ke badan air penerima. Untuk melakukan pengukuran ini, digunakan alat-alat laboratorium seperti spektrofotometer dan reaktor COD, yang harus beroperasi dengan akurat dan efisien agar data yang dihasilkan valid serta dapat dijadikan dasar pengambilan keputusan manajerial dan teknis.

Namun, dalam praktiknya masih banyak ditemukan permasalahan pada pengukuran COD, baik dari segi akurasi alat, prosedur kerja operator, hingga keterbatasan dalam pemeliharaan dan kalibrasi alat ukur. Kinerja alat ukur yang tidak optimal dapat menimbulkan data yang bias dan menyesatkan, sehingga mengganggu efektivitas sistem pengendalian kualitas air limbah secara keseluruhan. Terlebih lagi, kurangnya kompetensi teknis operator dalam mengoperasikan alat dan menganalisis hasil dapat memperburuk kondisi tersebut. Oleh karena itu, evaluasi terhadap alat ukur dan sistem operasional pengukuran COD menjadi sangat penting, terutama di lingkungan laboratorium yang menjadi garda terdepan dalam pemantauan kualitas lingkungan industri.

PT. Kharisma Sejahtera Lestari merupakan perusahaan jasa lingkungan yang memiliki laboratorium uji parameter kualitas air limbah, termasuk COD. Perusahaan ini menjadi salah satu rujukan pengujian COD bagi industri yang sedang dalam proses pengurusan dokumen persetujuan teknis air limbah. Evaluasi terhadap alat ukur COD yang digunakan di laboratorium PT. Kharisma Sejahtera Lestari menjadi relevan, karena hasil pengukurannya menjadi dasar dalam proses pengambilan keputusan yang menyangkut regulasi lingkungan dan izin usaha industri.

Melalui pendekatan manajemen operasional, evaluasi alat ukur COD juga dapat dikaji dari sisi efisiensi, akurasi, keandalan, serta peran operator sebagai pelaksana teknis. Hal ini sesuai dengan *prinsip Total Quality Management* (TQM), yang menekankan pentingnya pengendalian mutu secara menyeluruh, partisipasi aktif semua unsur organisasi, dan perbaikan berkelanjutan dalam setiap proses kerja.

Penelitian ini menjadi penting tidak hanya dalam konteks teknis pengukuran, tetapi juga dalam mendukung kebijakan pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan dan berwawasan mutu. Temuan dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar perbaikan sistem pengendalian kualitas air limbah di laboratorium lingkungan, serta memberikan rekomendasi praktis bagi operator, manajer laboratorium, dan pemangku kepentingan lainnya dalam mengelola limbah industri secara lebih bertanggung jawab.

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mendeskripsikan prinsip kerja dan tahapan pengoperasian alat ukur COD.
2. Mengevaluasi akurasi dan efektivitas alat ukur COD dalam mendeteksi zat organik dalam limbah.
3. Menganalisis kontribusi alat ukur terhadap efisiensi sistem manajemen operasional laboratorium.

2. Kajian Teori

COD merupakan salah satu parameter penting dalam penilaian kualitas air limbah yang menunjukkan jumlah oksigen yang dibutuhkan secara kimiawi untuk mengoksidasi bahan organik dalam air (Sara et al., 2018). Pengukuran COD umumnya dilakukan dengan metode spektrofotometri karena sensitivitasnya yang tinggi (Prajapati, 2010).

Dalam konteks manajemen operasional, pengelolaan laboratorium pengolahan limbah menuntut penerapan prinsip *Total Quality Management* (TQM). Pendekatan ini menekankan perbaikan berkelanjutan, pengambilan keputusan berbasis data, dan partisipasi seluruh anggota organisasi (Goetsch & Davis, 2014). Implementasi TQM

membantu memastikan hasil pengukuran yang andal serta efisiensi operasional alat ukur dan sumber daya manusia.

3. Metode Penelitian

Penelitian ini menerapkan metode eksperimen dalam kerangka pendekatan kuantitatif. Objek penelitian adalah alat ukur COD yang digunakan di laboratorium PT. Kharisma Sejahtera Lestari. Informasi yang didapat bersumber dari observasi langsung, dokumentasi fotografis, dan pengujian laboratorium. Sampel air limbah diambil dari titik *inlet* dan *outlet* IPAL. Analisis dilakukan menggunakan spektrofotometer setelah sampel direaksikan dengan reagen COD dan dipanaskan dalam reaktor COD.



Teknik pengumpulan data meliputi:

1. Observasi proses operasional
2. Eksperimen pengukuran COD
3. Dokumentasi hasil analisis

4. Hasil Dan Pembahasan

Pengukuran kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada sampel air limbah industri merupakan salah satu langkah penting dalam menentukan tingkat pencemaran organik yang terkandung dalam air limbah. Dalam penelitian ini, dilakukan pengukuran COD terhadap dua sampel, yaitu air limbah pada titik *inlet* (sebelum pengolahan) dan *outlet* (setelah pengolahan) Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di Laboratorium PT. Kharisma Sejahtera Lestari. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat spektrofotometer setelah sampel direaksikan dengan reagen COD dan dipanaskan di dalam reaktor khusus untuk menghasilkan nilai akurat.

Tabel 1. Hasil Pengukuran COD Limbah Industri

No.	Sampel	Hasil Pengukuran COD (mg/L)	Dokumentasi
1	<i>Inlet</i>	665	
2	<i>Outlet</i>	112	

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kadar COD pada titik *inlet* adalah sebesar 665 mg/L, sedangkan pada titik *outlet* nilainya menurun menjadi 112 mg/L. Penurunan ini mengindikasikan bahwa terjadi proses pengolahan yang efektif dalam mengurangi kandungan bahan organik dalam air limbah. Efisiensi penurunan COD dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas Penurunan COD} &= \frac{\text{COD Inlet} - \text{COD Outlet}}{\text{COD Inlet}} \times 100\% \\
 &= \frac{665 \text{ mg/L} - 112 \text{ mg/L}}{665 \text{ mg/L}} \times 100\% \\
 &= 83,15\%
 \end{aligned}$$

Dengan demikian, terdapat penurunan sebesar 553 mg/L dari sebelum ke sesudah pengolahan, yang menunjukkan bahwa sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) bekerja secara optimal. Keberhasilan ini tidak hanya menunjukkan efisiensi dari sistem pengolahan, tetapi juga menandakan bahwa alat ukur spektrofotometer yang digunakan mampu mendeteksi perubahan konsentrasi bahan organik secara akurat dan konsisten.

Dokumentasi visual dari hasil pengukuran juga dilakukan dengan mengambil gambar layar alat spektrofotometer pada saat pengukuran dilakukan. Hal ini bertujuan sebagai bukti validitas hasil dan memastikan bahwa data yang diperoleh bukan hanya berasal dari pencatatan manual, melainkan juga dapat diverifikasi secara visual.

Keandalan alat ukur sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti kondisi kalibrasi alat, keakuratan prosedur operasional, serta kompetensi operator yang menjalankan alat tersebut. Dalam studi kasus ini, keberhasilan pengukuran sangat didukung oleh tersedianya prosedur kerja yang sesuai standar, pemeliharaan berkala alat laboratorium, serta keterampilan operator dalam menjalankan tahapan analisis dengan cermat.

Temuan ini sejalan dengan prinsip *Total Quality Management* (TQM), yang menekankan pentingnya pengendalian mutu secara menyeluruh, mulai dari peralatan, sumber daya manusia, hingga prosedur teknis. Dalam konteks manajemen operasional, pengukuran yang akurat akan mendukung pengambilan keputusan yang tepat dalam pengelolaan limbah dan menjaga kepatuhan terhadap regulasi lingkungan.

Dengan tingkat efisiensi sebesar 83,15%, laboratorium PT. Kharisma Sejahtera Lestari telah menunjukkan kinerja yang memuaskan dalam mendukung kegiatan pemantauan dan pengendalian kualitas air limbah. Penelitian ini menyediakan referensi yang berguna untuk evaluasi berkala sistem pengolahan air limbah, sekaligus memperkuat pentingnya kolaborasi antara teknologi pengukuran dan tata kelola laboratorium yang baik.

5. Penutup

Kesimpulan:

Penelitian ini menunjukkan bahwa alat ukur COD memiliki peran vital dalam pengendalian kualitas air limbah industri. Dengan efisiensi pengukuran yang tinggi dan didukung kompetensi operator, alat ini mampu menghasilkan data yang akurat dan dapat dipercaya. Implementasi prinsip TQM dalam operasional laboratorium memperkuat efektivitas sistem pengendalian kualitas.

Saran:

1. Laboratorium perlu melakukan kalibrasi berkala.
2. Operator harus mendapatkan pelatihan rutin.
3. Perusahaan perlu meninjau kembali prosedur standar operasional berbasis manajemen mutu.

6. Ucapan Terimakasih

Dengan kerendahan hati, peneliti ingin mengungkapkan apresiasi yang setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan kontribusi tak ternilai selama seluruh tahapan penyusunan dan pelaksanaan penelitian ini.

Ucapan terima kasih khusus disampaikan kepada dosen pembimbing atas bimbingan, arahan, dan masukan konstruktif yang tiada henti. Bantuan beliau sangat krusial dalam menyempurnakan penelitian ini, mulai dari aspek metodologi, analisis data, hingga penyusunan laporan ilmiah.

Penghargaan juga ditujukan kepada seluruh tim dan staf di Laboratorium PT. Kharisma Sejahtera Lestari. Kesempatan, fasilitas, dan akses yang diberikan untuk pengumpulan data serta observasi lapangan sangatlah

berharga. Keterbukaan dan bantuan teknis dari mereka turut memperdalam pemahaman peneliti mengenai pengoperasian alat ukur *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan keseluruhan proses pengolahan limbah industri.

Terakhir, peneliti juga ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada keluarga, sahabat, dan rekan-rekan. Dukungan moral, semangat, dan doa yang tak pernah putus dari mereka merupakan sumber kekuatan utama di setiap langkah penelitian ini. Pencapaian ini tidak akan terwujud tanpa uluran tangan dari berbagai pihak tersebut.

Besar harapan peneliti agar karya ilmiah ini dapat memberikan kontribusi positif dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang pengelolaan lingkungan hidup dan peningkatan sistem pengendalian kualitas air limbah di sektor industri.

7. Referensi

- Goetsch, D. L., & Davis, S. B. (2014). *Quality Management for Organizational Excellence: Introduction to Total Quality*. Pearson.
- Prajapati, A. K. (2010). *Industrial Wastewater Treatment*. Prentice Hall.
- Ramayanti, D., & Amna, U. (2019). Analisis Parameter COD pada Limbah Cair. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 8(2), 55–63
- Sara, R. N., et al. (2018). Pengaruh Kualitas Limbah terhadap Kesehatan Lingkungan. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 5(3), 112–120.
- Siregar, R. (2005). *Pengelolaan Limbah Industri*. Jakarta: Erlangga.