

PENGUKURAN KADAR *BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND* DAN *CHEMICAL OXYGEN DEMAND* LIMBAH CAIR DOMESTIK DI AKMIL MAGELANG

Ahmad Yani

Prodi Teknik Sipil Pertahanan, Akademi Militer, Jl. Gatot Subroto No. 1 Magelang
Jawa Tengah
Yanieyan69@gmail.com

ABSTRAK

Tingginya operasional pendidikan di Akademi Militer Magelang sebagai salah satu institusi pendidikan militer di Angkatan Darat, turut memberikan dampak dalam produksi limbah cair domestik sehingga berpotensi terhadap pencemaran di dalam maupun di lingkungan luar Akmil. Pengukuran kadar BOD dan COD limbah cair domestik sangat penting untuk menentukan kualitas dari air limbah. Pengujian terhadap sampel dilakukan kemudian di analisis untuk diketahui permasalahan tentang standar ambang batas yang diijinkan terhadap kadar BOD dan COD dalam limbah cair domestik di Akademi Militer Magelang. Hasil penelitian terhadap air limbah domestik di Akademi Militer pada sampel uji A1, A2 dan A3 memiliki nilai kadar BOD rata-rata 17,23 mg/liter dan kadar COD rata-rata sebesar 45,10 mg/liter. Sehingga, pada air limbah domestik di Akademi Militer tidak ditemukan kadar yang berlebihan dan masih berada di bawah batas maksimum Baku Mutu Air yang ditetapkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan nomor P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016.

Kata-kunci: BOD; COD; limbah domestik

ABSTRACT

The high operational of education at the Military Academy of Magelang, as one of the military education institutions in the Army, also has an impact on the production of domestic liquid waste, so that it has the potential to cause pollution inside and outside of the Akmil environment. Measuring the levels of BOD and COD of domestic liquid waste is very important to determine the quality of wastewater. Testing of samples was carried out then analyzed to determine the problem of the permitted threshold standards for BOD and COD levels in domestic liquid waste at the Magelang Military Academy. As the results, from test samples A1, A2 and A3 had an average BOD level of 17.23 mg/liter and an average COD level of 45.10 mg/liter. So, in domestic wastewater at the Military Academy, no excessive levels were found and were still below the maximum limit of Water Quality Standards set by the Regulation of the Minister of Environment and Forestry number P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016.

Keywords: BOD; COD; domestic waste

PENDAHULUAN

Tingginya operasional pendidikan di Akademi Militer (Akmil) Magelang sebagai salah satu institusi pendidikan militer di Angkatan Darat, turut memberikan dampak dalam produksi limbah cair domestik sehingga

berpotensi terhadap pencemaran di dalam maupun di lingkungan luar sekitar Akmil. Limbah cair domestik tersebut dapat menurunkan kualitas air bila tidak dikelola dengan baik, serta berdampak buruk bagi lingkungan dan kesehatan.

Limbah cair domestik yang dihasilkan oleh Akmil Magelang dapat

berasal dari berbagai sumber, seperti: 1) limbah cair harian penghuni asrama, 2) limbah cair kegiatan memasak kantin dan mencuci peralatan dapur; dan 3) limbah cair dari kegiatan operasional dan pemeliharaan fasilitas lainnya, seperti toilet, wastafel, dan sebagainya.

Bahan organik dan an-organik yang terkandung dalam Limbah cair domestik tersebut memiliki potensi yang cukup besar dalam pencemaran air dan selayaknya memerlukan penanganan agar kesehatan lingkungan terjaga. BOD dan COD merupakan dua parameter penting dalam penentuan kadar kualitas air limbah yang dihasilkan, karena keduanya dapat menunjukkan kadar oksigen yang diperlukan dalam menguraikan bahan organik dan an-organik pada air limbah.

Biochemical Oxygen Demand (BOD) merupakan jumlah atau kadar oksigen tertentu yang diperlukan mikroorganisme sehingga bahan organik air limbah dapat terurai. Sementara *Chemical Oxygen Demand* (COD) yakni jumlah atau kadar oksigen yang diperlukan agar bahan organik dan anorganik air limbah dapat terurai melalui suatu proses reaksi kimia.

Pengukuran kadar BOD dan COD limbah cair domestik di Akmil Magelang sangat penting untuk menentukan kualitas dan menilai efektivitas sistem pengolahan dari air limbah yang ada. Dengan demikian, dapat dilakukan upaya pengolahan air limbah yang lebih efektif guna menghindari dampak negatif terhadap kesehatan dan lingkungan.

Studi limbah cair pada Rumah Sakit TK.IV Akmil Magelang telah dilakukan penelitian dengan menunjukkan rata-rata kadar BOD sebesar 17,36 mg/L dan COD 44,13

mg/L, dimana masih di bawah baku mutu. Namun, pengukuran rutin tetap diperlukan karena variasi aktivitas limbah dari dapur dan perkantoran dapat fluktuatif tergantung jumlah pengguna.

Berdasarkan latar belakang permasalahan tersebut maka perlu dikaji dan dianalisis tentang kadar BOD, COD terhadap limbah domestik (*grey water*) di Akmil Magelang. Hasil penelitian dapat menjadi acuan bagi pengembangan sistem pengelolaan air limbah yang lebih efektif kedepannya.

METODE

Pengujian terhadap sampel dilakukan kemudian di analisis untuk diketahui permasalahan tentang standar ambang batas yang diijinkan terhadap kadar BOD dan COD dalam limbah cair domestik di Akademi Militer Magelang, dihadapkan pemenuhan standar baku mutu air limbah domestik pada Permen Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2016) dalam **Tabel 1**.

Tabel 1. Baku Mutu Air Limbah Domestik

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6-9
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	30
Minyak & Lemak	mg/L	5
Amoniak	mg/L	10
Total Coliform	jumlah /100mL	3000
Debit	L/orang/hari	100

(Sumber: Permen.

P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016)

Alat-alat yang digunakan meliputi: spektrofotometer, photometer, pH meter, turbidimeter, TDS meter, tabung reaksi, gelas ukur, gelas kimia, pipet, labu erlenmeyer, bulb pipet, wadah botol plastik, labu ukur, dan timbangan, serta alat

unit/set untuk penelitian penentuan kadar COD dan BOD.. Bahan yang digunakan adalah sampel air, reagent kimia, akuades, larutan baku kesadahan, alkohol 70%, larutan buffer A dan B.

Sampel menggunakan air limbah domestik pada pembuangan keluar ke arah kali/sungai. Pengambilan sampel dilakukan secara acak di 3 titik berbeda, dimana pada masing-masing titik diambil sebanyak 2,5 liter. Sebagai variabel bebas adalah sarana air limbah domestik serta variabel terikat adalah kualitas COD dan BOD dengan parameter sifat-sifat fisika dan kimia.

1. Penentuan Suhu.

Alat uji yakni termometer dan bahan uji yakni sampel air limbah domestik. Sampel dilakukan pengukuran suhu dengan termometer kemudian dilakukan pencatatan. Teknik pengukuran terhadap suhu dengan cara duplo.

2. Penentuan pH.

Alat uji yakni pH meter (merek HACH HQ11d). Bahan uji yakni sampel air limbah, larutan CRM (Certified Reference Material), larutan buffer pH (10, 7, dan 4), akuades serta tisu halus. pH meter dilakukan kalibrasi melalui elektroda yang dibilas menggunakan air bebas mineral lalu keringkan dengan memakai tisu halus. Lakukan pencelupan elektroda ke dalam larutan buffer 4 hingga menampilkan bacaan pH meter dan tercatat stabil. Kemudian ukur dan catat pH Sampel (derajat keasaman) dengan pH meter kalibrasi.

3. Analisa Kadar COD.

Alat uji adalah Digestion Vessel (tabung kultur borosilikat),

Spektrofotometer UV-VIS single beam (HACH DR2800), mikro buret, Heating block, labu ukur (100, 50, 25, dan 20) mL, magnetic stirrer, gelas piala, serta set timbangan analitik.

Bahan uji COD adalah sampel air limbah, digestion solution, asam sulfat (H_2SO_4) 20%, pereaksi asam sulfat (reagen Ag_2SO_4 dalam H_2SO_4 pekat), dan baku Kalium Hidrogen Phtalat larutan ($HOCC_6H_4COOK$, KHP) 0,02 M.

Lakukan pembilasan pada tabung kultur COD dengan memakai larutan 20% H_2SO_4 . lalu lakukan pemipetan sampel uji 2,5 mL ke dalamnya. Kemudian lakukan pemipetan 1,5 mL digestion solution ke dalam tabung kultur serta 3,5 mL pereaksi asam sulfat (reagen Ag_2SO_4 dalam H_2SO_4 pekat). Selanjutnya masukkan tabung kultur COD tersebut ke dalam reactor, selama 2 jam, lakukan pada suhu $150^\circ C$, setelah itu keluarkan tabung kultur COD, tunggu ± 15 menit agar kondisi suhu ruang tercapai. Melalui alat spektrofotometer UV-VIS, baca konsentrasi COD serta absorbansinya pada kondisi panjang gelombang 420nm. Hitungan kadar COD dengan rumus:

$$\text{Kadar COD} = \text{absorbansi sampel} - \text{intersep slope} \dots\dots\dots (1)$$

Agar mutu terjamin, perlu dihitung prosentase dari Relative Percent Difference (RPD) yakni:

$$\begin{aligned} \text{inhibitor} \\ \% RPD &= \frac{\text{konsentrasi sampel duplo} - \text{konsentrasi sampel rata-rata}}{\text{konsentrasi sampel rata-rata}} \times 100\% \dots\dots\dots (2) \end{aligned}$$

4. Analisa Kadar BOD.

Alat uji adalah lemari inkubasi dengan suhu $20 \pm Co$ 1 volumetrik 1 ml

serta 10 ml, botol winkler/botol DO, labu ukur (1000, 200, dan 100) mL, timbangan analitik, oven, magnetic stirrer.

Bahan uji adalah mangan sulfat ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), sampel air limbah, air suling atau aquadest, feri klorida larutan ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) sebanyak 0,009 M, kalsium klorida larutan (CaCl_2) sebanyak 0,18 M, natrium hidroksida larutan (NaOH) sebanyak 1 N, larutan glukosaasam glutamat, asam asetat (CH_3COOH) sebanyak 1 N, Nitrifikasi Allythiourea 1 N, natrium sulfit (Na_2SO_3) 1 N, 10% Kalium iodida (KI), kanji, nutrisi larutan, serta tisu.

Larutan Pengencer berupa air suling atau aquadest jenuh oksigen (6 L) disiapkan dalam jerigen. Tambahkan sebanyak 6 mL masing-masing dari CaCl_2 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, buffer fosfat, serta $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Diaerasi air pengencer dengan aerator non zat organik, dan Glukosa-asam glutamat Glukosa larutan (p.a) serta asam glutamat (p.a) lalu keringkan selama 1 jam di suhu 103°C . Lakukan penimbangan asam glutamate 150 mg dan larutkan ke dalam air bebas mineral sebanyak 1 L.

Selanjutnya untuk persiapan sampel, siapkan blanko akuades (AQ) yang sudah diaerasi dan larutan pengencer (air pengencer atau AP). Air pengencer disiapkan, isi jerigen dengan 2L aquades yang sudah di aerasi. Kemudian tambahkan masing-masing 2 mL larutan (CaCl_2 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, buffer fosfat, dan $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). Lakukan aerasi larutan dalam jerigen sehingga akan menghasilkan lebih banyak kadar oksigen khususnya bagi makanan bakteri. Berikutnya, tambahkan 6 mL air sungai yang mengandung bakteri. Masing-masing 120mL, lalu masukkan pada botol Winkler (yakni sampel DO0 dan sampel DO5) serta 120mL masing-masing

pada Winkler bottle sebagai air pengencer (AP). Siapkan 2 buah botol Winkler untuk sampel GGA0 dan sampel GGA5 yang berisikan larutan GGA. GGA (tanpa perlakuan pengenceran) dengan fungsi sebagai larutan standard dan sebagai kontrol bagi penentuan kualitas dari benih.

Kadar BOD dari sampel air limbah yang tersedia dalam botol Winkler kemudian tutup rapat-rapat sebagai bahan uji (Sampel DO0). Sampel DO0 diinkubasi selama 5 hari menjadi DO5. Proses inkubasi pada suhu $20^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$. Pada sampel DO5, kemudian tambahkan 1 mL alkali iodida azida (pereaksi O_2) dan 1 mL MnSO_4 menggunakan pipet. Tambahkan H_2SO_4 1 mL pekat, lalu tutup rapat-rapat botol tersebut. Lakukan penghomogenan sampai endapan dapat larut secara sempurna dengan bantuan stirer. Tuangkan sampel pada gelas ukur ukuran 50 mL lalu masukkan ke 150 ml erlenmeyer. Tambahkan 3 tetes indikator kanji atau amilum dan dititrasi natrium tiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) hingga perubahan warna akan terjadi dari warna biru tua kemudian menjadi tidak berwarna. Perhitungan kadar BOD yakni:

$$BOD = A_1 - A_2 - (B_1 - B_2 \times V_b) \times P \dots\dots\dots (3)$$

PEMBAHASAN

Data Hasil Penelitian

Rekapitulasi data hasil uji kandungan BPD dan COD, ditampilkan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Kandungan BOD dan COD

Para meter	Samp el A1	Samp el A2	Samp el .A3	Satuan
Suhu	20,00	21,00	19,50	$^\circ\text{C}$
pH	6,80	6,50	6,80	-
BOD	16,30	18,10	16,20	mg / liter
COD	44,50	46,10	44,70	mg / liter

(Sumber: Penulis, 2025)

Analisis dan Pembahasan

Berdasarkan pengujian analisis kadar COD dan BOD terhadap air limbah domestik Akademi Militer pada tanggal 26 Mei 2025 di Laboratorium Kimia UPT Laboratorium Kesehatan Kota Magelang, diperoleh hasil pemeriksaan kualitatif dan kuantitatif, dan dapat dijelaskan bahwa jumlah kadar BOD dan COD pada 3 sampel tidak ada yang melebihi kadar maksimum, hasil dirincikan pada **Tabel 3 dan Tabel 4**.

Tabel 3. Kandungan BOD

Sampel	Kandungan BOD	Satuan
Sampel A1	16,3	mg/liter
Sampel A2	18,1	mg/liter
Sampel A3	16,2	mg/liter
Kandungan BOD rata-rata	17,23	mg/liter

(Sumber: Penulis, 2025)

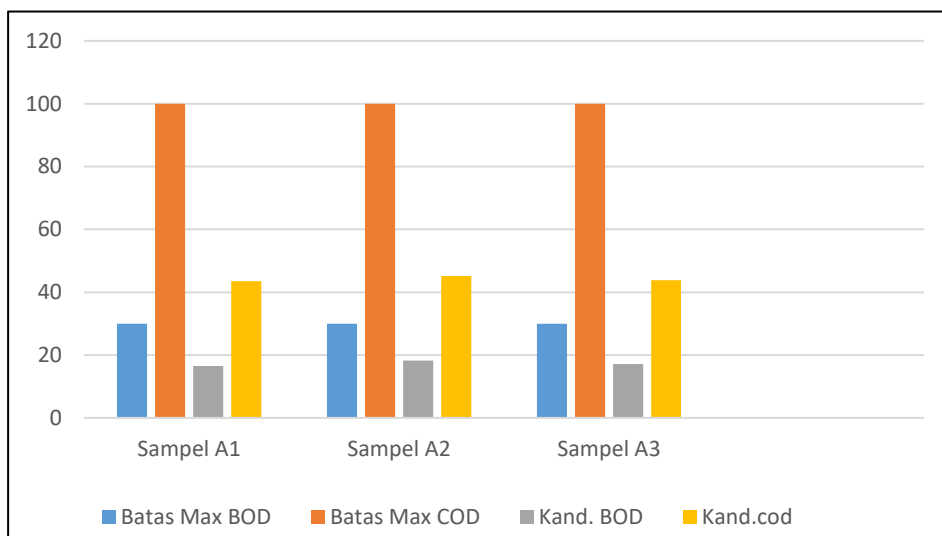
Tabel 4. Kandungan COD

Sampel	Kandungan COD	Satuan
Sampel A1	44,5	mg/liter
Sampel A2	46,1	mg/liter
Sampel A3	44,7	mg/liter
Kandungan COD rata-rata	45,10	mg/liter

(Sumber: Penulis, 2025)

Gambar 1, dimana dari ketiga sampel dapat dilihat bahwa untuk nilai yang didapat mengenai kandungan BOD dan COD masih berada di bawah

standar maximum dari Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan pada **Tabel 1**.



Gambar 1. Perbandingan Kandungan BOD dan COD terhadap Sampel dan Permen Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Sumber: Penulis, 2025)

Dari ketiga sampel dalam uji kadar BOD dan COD, menunjukkan nilai kadar BOD yang hampir sama dan nilai COD yang hampir sama juga. Akan tetapi bila dilihat sampel A2 baik untuk kadar BOD maupun kadar COD memiliki nilai lebih tinggi disbanding nilai sampel lainnya. Hal ini dikarenakan pada cairan sampel A2, diperoleh pada lokasi yang mengendap, sementara sampel A1 dan A3 diambil pada lokasi yang mengalir.

Sehingga dapat dikerucutkan bahwa kandungan BOD dan COD terhadap air limbah domestik di lingkungan perkantoran Lembaga Pendidikan Akademi Militer masih cukup rendah dan masih berada di bawah nilai batas maksimum Baku Mutu Air yang ditetapkan oleh Permen Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

Bila ditinjau dari lingkungan luar atau sekitar Akademi Militer tidak terdapat adanya aktivitas pabrik dan industri. Menurut Kholifah (2012) bahwa pencemaran akibat kandungan

bahan kimia hanya mampu mencapai sejauh 25-30 meter, sementara dalam penelitian ini, tidak terdapat adanya aktivitas industri ataupun pabrik yang menggunakan bahan kimia dalam radius 1 km. Indikasi inilah yang menguatkan faktor rendahnya kadar COD dan BOD di lingkungan Akademi Militer. Limbah domestik yang berasal dari operasional Perkantoran Akademi Militer, merupakan aktivitas dari rutinitas kegiatan dapur, cucian perlengkapan harian Taruna Akmil dan kegiatan rutin kantor. Menurut Maligna (2017) bahwa BOD dan COD memiliki sifat mudah terurai oleh mikroorganisme.

Oleh karena hasil uji tidak melebihi batas kadar maksimum, maka dapat dinyatakan bahwa baku mutu air limbah domestik dari Akademi Militer tidak mencemari air sungai khususnya yang mengalir di sekitar kabupaten dan kota Magelang.

KESIMPULAN

Hasil penelitian terhadap air limbah domestik di Akademi Militer pada sampel uji A1, A2 dan A3 memiliki nilai kadar BOD rata-rata 17,23 mg/liter dan kadar COD rata-rata sebesar 45,10 mg/liter. Air limbah domestik di Akademi Militer tidak ditemukan kadar yang berlebihan dan masih berada di bawah batas maksimum nilai Baku Mutu Air yang ditetapkan oleh Permen Lingkungan Hidup dan Kehutanan tahun 2016.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada semua pihak dalam membantu kelancaran pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- BSN, 2019, SNI 6989.2 :2019, Air dan air limbah, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Alaerts G., & S.S Santika, 1984, Metode Penelitian Air, Usaha Nasional, Surabaya
- Indrayani, L., Rahmah, N., 2018, Nilai Parameter Kadar Pencemar sebagai Penentu Tingkat Efektivitas Tahapan Pengolahan Limbah Cair Industri Batik, Jurnal Rekayasa Proses, 12(1), 41-50.
- Metclaf and Eddy, 2003, *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, and Reuse*, Mc Graw Hill Inc., New York.
- Notoatmodjo, S., 2003, Ilmu Kesehatan Masyarakat: PrinsipPrinsip Dasar, Rineka Cipta, Jakarta.
- Ningrum, S.O., 2018, Analisis Kualitas Badan Air dan Kualitas Air Sumur di Sekitar Pabrik Gula Rejo Agung Baru Kota Madiun, Jurnal Kesehatan Lingkungan, 10(1), 1-12.
- Pamungkas, M.T, Oktafeni A., 2016, Studi Pencemaran Limbah Cair Dengan Parameter BOD 5 dan pH di Pasar Ikan Tradisional dan Pasar Modern di Kota Semarang, Jurnal Kesehatan Masyarakat, 4(2), 166-175. (18552).
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik
- Pescod, M.B., 1973, *Investigation of Rational Effluent and Stream Standard for Tropical Countries*, AIT, London.
- Schaechter, M., 1992, *Encyclopedia of Microbiology*, Volume 2, Academic Press, New York.

- Soeparman, H.M., Suparmin, 2002, Pembuangan Tinja dan Limbah Cair: Suatu Pengantar, Kedokteran EGC, Jakarta.
- Sulistia, S., Alifya C.S., 2019, Analisis Kualitas Air Limbah Domestik Perkantoran, Jurnal Rekayasa Lingkungan, 12(1), 41-57.