

# PREDIKSI PENGGUNAAN TAWAS DAN PH PADA PROSES PENGOLAHAN AIR SUNGAI BENGAWAN SOLO

Jabosar Ronggur Hamonangan Panjaitan\*

Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Sumatera, Jl. Terusan Ryacudu, Lampung Selatan, Lampung 35365.

\*Email: jabosar.panjaitan@tk.itera.ac.id

## Abstrak

Sungai Bengawan Solo merupakan sungai terpanjang di Pulau Jawa yang dapat digunakan sebagai sumber air. Pencemaran air sungai Bengawan Solo menyebabkan tingginya nilai BOD sehingga tidak memenuhi standar penggunaan yang ditetapkan. Pada penelitian ini diteliti prediksi penggunaan tawas dan nilai pH pada pengolahan air Sungai Bengawan Solo. Hasil dari penelitian ini menunjukkan parameter BOD memiliki pengaruh yang besar dalam penggunaan tawas dibandingkan dengan debit dan waktu tinggal. Nilai BOD yang tinggi meningkatkan kebutuhan tawas. Kebutuhan tawas tertinggi diperoleh dari pengolahan air sungai Bengawan Solo dengan debit  $6,4 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{jam}$ , BOD 19,8 ppm, dan waktu tinggal 12 jam. Sedangkan kebutuhan tawas terendah diperoleh dari pengolahan air sungai Bengawan Solo dengan debit  $5,2 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{jam}$ , BOD 2 ppm, dan waktu tinggal 3 jam. Penggunaan tawas pada pengolahan air sungai Bengawan Solo tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap nilai pH yang dihasilkan yaitu berkisar antara 10 hingga 11.

**Kata kunci:** BOD, Bengawan Solo, tawas, pH.

## Abstract

*Bengawan Solo River is the longest river in Java that can be used as a water source. Pollution of the Bengawan Solo River causes high BOD values so that it does not meet the standards. In this study, the prediction of alum used and pH values in the Bengawan Solo River water treatment was studied. The results of this study indicated that the BOD parameter has a large influence on the use of alum compared to discharge and residence time. High BOD values increase the need for alum. The highest alum requirement was obtained from Bengawan Solo River water treatment with a discharge of  $6.4 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{hour}$ , 19.8 ppm BOD, and 12 hours residence time. While the lowest alum requirement was obtained from Bengawan Solo River water treatment with a discharge of  $5.2 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{hour}$ , 2 ppm BOD, and 3 hours residence time. The use of alum in the Bengawan Solo River water treatment does not show a significant effect on the resulting pH value, which ranges from 10 to 11.*

**Keywords:** BOD, Bengawan Solo, alum, pH.

## 1. PENDAHULUAN

Sungai Bengawan Solo merupakan sungai terpanjang di pulau Jawa yang membentang dari Jawa Tengah hingga Jawa Timur dan terletak antara  $6,48^\circ\text{--}8,07^\circ \text{ LS}$  dan  $110,26^\circ\text{--}112,41^\circ \text{ BT}$ . (Auliyani dan Wahyuningrum, 2020; Wibowo *et al*, 2014). Panjang Sungai Bengawan Solo diperkirakan  $\pm 600 \text{ km}$  (Widyastuti *et al*, 2018). Luas sungai Bengawan Solo mencapai  $\pm 12\%$  pulau Jawa dengan empat daerah aliran sungai (DAS). DAS tersebut antara lain DAS Bengawan Solo, DAS Kali Grindulu dan Kali Lorog, DAS Pantura Gelombang dan DAS Kali Lamong. Sungai Bengawan Solo memiliki curah hujan tahunan rata – rata 2.100 mm dan debit berkisar  $1.450 \text{ m}^3/\text{detik}$  hingga  $1.800 \text{ m}^3/\text{detik}$  (Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia, 2010; Putri *et al*, 2010).

Masalah utama dari DAS Sungai Bengawan Solo adalah sering mengalami kenaikan debit banjir karena berkurangnya kawasan hutan lindung dan daerah resapan air disekitar sungai (Nugroho, 2010). Oleh sebab itu, sungai Bengawan Solo sering mengalami kekeringan

pada musim kemarau dan banjir pada musim hujan. (Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia, 2010; Auliyani dan Wahyuningrum, 2020; Sarwono, 2013).

Sungai Bengawan Solo dapat digunakan oleh penduduk disekitar sungai untuk keperluan pertanian, perikanan dan kebutuhan sehari – hari. Contohnya air Sungai Bengawan Solo dapat digunakan sebagai sumber daya air industri rumah tangga seperti industri tahu dan tempe (Gusti *et al*, 2021). Akan tetapi limbah industri tahu dan tempe dapat mencemari air sungai sehingga air sungai bengawan solo berwarna kuning, berbau dan adanya sampah di permukaan sungai. Hal ini bisa disebabkan banyaknya penduduk dan pelaku industri yang membuang limbah ke sungai (Astuti, 2015).

Beberapa parameter dapat dipakai untuk mengetahui tingkat pencemaran antara lain parameter fisika, biologi, dan kimia (Wibowo *et al*, 2014). Salah satu parameter yang dapat diuji adalah Biological Oxygen Demand (BOD). BOD adalah jumlah oksigen terlarut untuk mendekomposisi bahan organik. Beberapa penelitian telah meneliti penggunaan koagulan dalam

mentreatment Sungai Bengawan Solo untuk mengurangi BOD seperti menggunakan kitosan dari cangkang udang (Mutakhabbatillah *et al*, 2022). Berdasarkan dari penelitiannya diperoleh penurunan BOD sebesar 89,86%. Penelitian lain nya juga telah dilakukan untuk penjernihan air Sungai Bengawan Solo seperti koagulasi, filtrasi, absorbs dan pertukaran ion (Purwoto *et al*, 2015). Pada penelitian ini akan diteliti prediksi kebutuhan penggunaan tawas dan nilai pH air pada pengolahan air sungai Bengawan Solo menggunakan Tawas. Prediksi ini diperlukan untuk gambaran awal dalam mendesain pengolahan air sungai Bengawan Solo dengan menggunakan tawas.

## 2. METODE

Prediksi penggunaan tawas dan nilai pH menggunakan variasi debit, BOD dan waktu tinggal. Debit yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada Putri *et al* (2010) dengan debit minimum yang digunakan adalah 1.450 m<sup>3</sup>/detik dan debit maksimum yang digunakan adalah 1.800 m<sup>3</sup>/detik. Nilai BOD yang digunakan pada penelitian ini merujuk pada BOD Sungai Bengawan Solo sesuai Gusti *et al* (2021) adalah 19,8 mg/L yang kemudian divariasikan sesuai BOD Baku mutu air standar kelas 1, kelas 2, kelas 3, dan kelas 4 adalah 2, 3, 6, 12 mg/L (Permen, 2021). Variasi prediksi penggunaan tawas sebagai bahan koagulan dapat dilihat pada Tabel 1. Selain itu, Penentuan jumlah tawas yang digunakan pada penelitian ini diambil dari Rahardja *et al* (2020) sesuai rumus:

$$\text{Kebutuhan tawas} = \frac{d.Q.t}{1.000.000} \quad (1)$$

Dimana d adalah BOD (ppm), Q adalah debit (m<sup>3</sup>/jam) dan t adalah waktu tinggal (jam). Sedangkan untuk penentuan pH air sungai Bengawan Solo dapat dihitung dengan rumus:

$$[OH^-] = \sqrt{10^{-9} \times \text{Konsentrasi Tawas}} \quad (2)$$

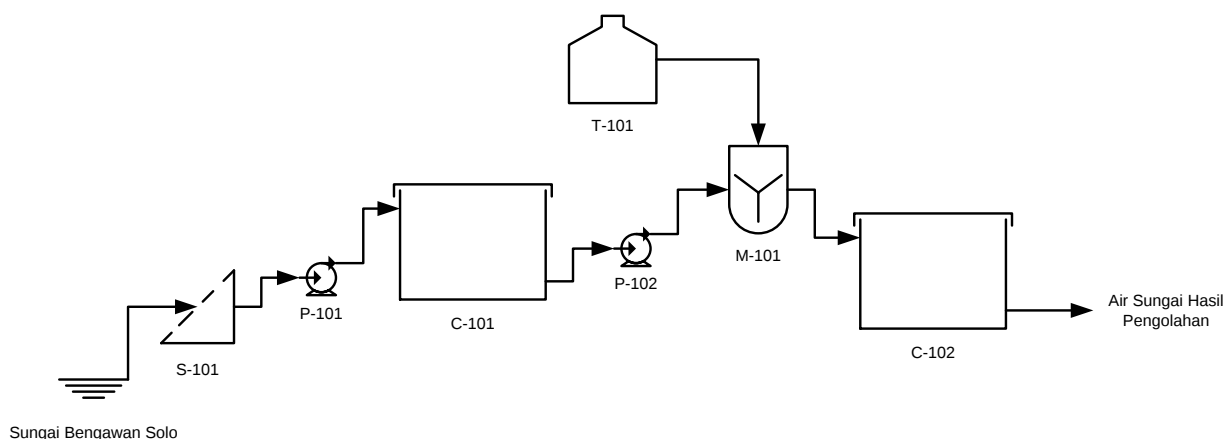
$$pOH = 5 - \log [OH^-] \quad (3)$$

$$pH = 14 - pOH \quad (4)$$

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Desain Proses Pengolahan

Pada Gambar 1 diperlihatkan proses pengolahan air Sungai Bengawan Solo menggunakan tawas. Pada awal pengolahan sungai Bengawan Solo akan melalui Screen (S-101) untuk menyaring berbagai kotoran atau padatan yang terdapat di dalam air sungai. Selanjutnya, air sungai akan dipompa menuju bak penampungan awal (C-101) untuk menampung air sungai dan mengendapkan partikel padatan yang masih terikut setelah proses screening. Air sungai di bak penampungan awal akan dibiarkan selama 24 jam. Setelah dari bak penampungan awal, air sungai akan dicampur menggunakan tawas dari tangki penyimpanan (T-101) di mixer (M-101) yang kemudian dialirkan menuju bak sedimentasi (C-102) untuk melangsungkan proses koagulasi menggunakan koagulan tawas.



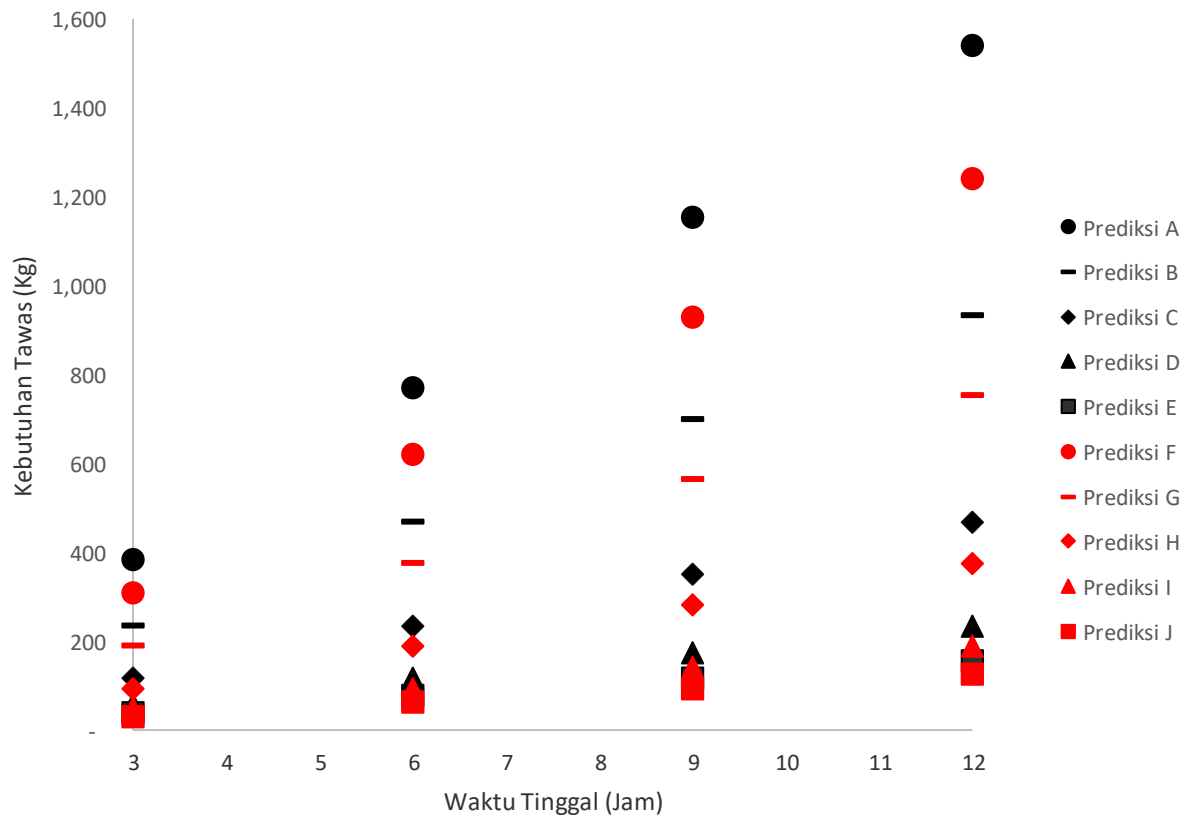
**Gambar 1. Process flow diagram pengolahan air sungai bengawan solo menggunakan tawas**  
Keterangan Gambar

|         |                            |
|---------|----------------------------|
| S – 101 | : Screen                   |
| P – 101 | : Pompa 1                  |
| C – 101 | : Bak penampungan awal     |
| P – 102 | : Pompa 2                  |
| T – 101 | : Tangki penyimpanan tawas |
| M – 101 | : Mixer                    |
| C – 102 | : Bak sedimentasi          |

### Penggunaan Tawas

Prediksi kebutuhan tawas pada pengolahan air sungai Bengawan Solo dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2, pengaruh kandungan BOD memiliki peran yang besar dalam penggunaan tawas. BOD dengan nilai 6, 3, dan 2 ppm hanya membutuhkan sedikit tawas baik pada debit yang tinggi maupun rendah. Sedangkan untuk BOD dengan nilai 12 dan 19,8 ppm membutuhkan banyak tawas. Kebutuhan tawas tertinggi diperoleh dari pengolahan air sungai

Bengawan Solo dengan debit  $6,4 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{jam}$ , BOD 19,8 ppm, dan waktu tinggal 12 jam. Selain itu, kebutuhan tawas terendah diperoleh dari pengolahan air sungai Bengawan Solo dengan debit  $5,2 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{jam}$ , BOD 2 ppm, dan waktu tinggal 3 jam. Pengaruh waktu tinggal juga dapat dilihat pada Gambar 2, dimana semakin lama waktu tinggal maka kebutuhan tawas juga akan semakin meningkat.



Gambar 2. Prediksi kebutuhan tawas pada pengolahan air sungai Bengawan Solo

### Pengukuran Nilai pH

Tabel 2 menunjukkan pengaruh penambahan tawas terhadap pH air sungai Bengawan Solo. Berdasarkan Tabel 2, penambahan tawas pada pengolahan air sungai Bengawan Solo dengan variasi debit dan BOD yang dipakai tidak terlalu signifikan terhadap pH yang dihasilkan. Meskipun semakin lama waktu tinggal yang dipakai untuk pengolahan menghasilkan pH yang semakin tinggi, rentang pH masih tetap berkisar diantara 10 hingga 11.

Tabel 2. Nilai pH pada pengolahan air sungai Bengawan Solo

| Prediksi | Waktu Tinggal (jam) | pH    |
|----------|---------------------|-------|
| A        | 3                   | 11.00 |
|          | 6                   | 11.15 |
|          | 9                   | 11.24 |

|   |    |       |
|---|----|-------|
| B | 12 | 11.30 |
|   | 3  | 10.90 |
|   | 6  | 11.05 |
|   | 9  | 11.13 |
| C | 12 | 11.20 |
|   | 3  | 10.74 |
|   | 6  | 10.90 |
|   | 9  | 10.98 |
| D | 12 | 11.05 |
|   | 3  | 10.59 |
|   | 6  | 10.74 |
|   | 9  | 10.83 |
| E | 12 | 10.90 |
|   | 3  | 10.51 |
|   | 6  | 10.66 |
|   | 9  | 10.74 |

|   |    |       |
|---|----|-------|
|   | 12 | 10.81 |
|   | 3  | 10.96 |
| F | 6  | 11.11 |
|   | 9  | 11.20 |
|   | 12 | 11.26 |
|   | 3  | 10.85 |
| G | 6  | 11.00 |
|   | 9  | 11.09 |
|   | 12 | 11.15 |
|   | 3  | 10.70 |
| H | 6  | 10.85 |
|   | 9  | 10.94 |
|   | 12 | 11.00 |
|   | 3  | 10.55 |
| I | 6  | 10.70 |
|   | 9  | 10.79 |
|   | 12 | 10.85 |
|   | 3  | 10.46 |
| J | 6  | 10.61 |
|   | 9  | 10.70 |
|   | 12 | 10.76 |

#### 4. SIMPULAN

Prediksi penggunaan tawas dan nilai pH pada pengolahan air Sungai Bengawan Solo telah dilakukan pada penelitian ini. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, pengaruh BOD memiliki peranan yang besar dalam penggunaan tawas. Semakin besar nilai BOD maka akan semakin banyak tawas yang digunakan. Kebutuhan tawas tertinggi diperoleh dari pengolahan air sungai Bengawan Solo dengan debit  $6,4 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/jam, BOD 19,8 ppm, dan waktu tinggal 12 jam. Sedangkan kebutuhan tawas terendah diperoleh dari pengolahan air sungai Bengawan Solo dengan debit  $5,2 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/jam, BOD 2 ppm, dan waktu tinggal 3 jam. Pengukuran nilai pH pada pengolahan air Sungai Bengawan Solo menunjukkan pH berkisar diantara 10 hingga 11.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, B.C. 2015. "Kualitas air sumur desa bantaran sungai Bengawan Solo berdasarkan aspek kemasyarakatan dan standar menteri kesehatan." *Jurnal Matematika, Sains, dan Teknologi*, vol. 16, no. 1, pp. 18 – 25.
- Auliyani, D. dan Wahyuningrum, N. 2020. "Pola hujan di bagian hulu daerah aliran sungai Bengawan Solo dalam perencanaan pemanfaatan sumber daya air." *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, vol. 4, no. 1, pp. 53 – 62.
- Gusti, A.S., Wicaksono, R.R., Sulistiono, E., Prasidya, D.A., dan Hanif, M. 2021. "Analisis kualitas air sungai Bengawan Solo akibat pembuangan limbah industri tahu dan tempe di desa laren kecamatan laren kabupaten lamongan." *Jurnal EnviScience*, vol. 5, no. 2, pp. 76 – 84.
- Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia. 2010. Pola pengelolaan sumber daya air wilayah sungai Bengawan Solo.
- Mutakhabbatillah, Mahendra, R., Chumaidi, A., dan Kusuma, R. M. 2022. "Efektivitas koagulan kitosan pada pengolahan air di unit water treatment PPSDM Migas Cepu." *Distilat Jurnal Teknologi Separasi*, vol. 8, no. 3, pp. 595 – 603.
- Nugroho, S.P. 2010. "Pengaruh antropogenik terhadap banjir Bengawan Solo." *Jurnal Dialog Penanggulangan Bencana*, vol. 1, no. 2, pp. 47 – 54.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. 2021. Penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup.
- Purwoto, S., Purwanto, T., dan Hakim, L. 2015. "Penerjernihan air sungai dengan perlakuan koagulasi, filtrasi, absorpsi dan pertukaran ion." *Jurnal Teknik Waktu*, vol. 13, no. 2, pp. 45 – 53.
- Putri, D.R., Suharso, T.W., dan Usman, F. 2010. "Arahan konservasi wilayah sungai Bengawan Solo yang melalui perkotaan Bojonegoro." *Jurnal Tata Kota dan Daerah*, vol. 2, no. 2, pp. 75 – 81.
- Rahardja, I.B., Siregar, A.L., dan Sihotang, A.W.L.B. 2020. "Pengaruh penggunaan soda ash terhadap parameter pH dan turbidity pada external water treatment (studi kasus di pabrik minyak kelapa sawit (PMKS) XYZ, Kalimantan Utara)." *Jurnal Teknologi*, vol. 12, no. 1, pp. 9 – 19.
- Sarwono, 2013. "Usaha mereduksi banjir di Bengawan Solo hilir." *Jurnal Sumber Daya Air*, vol. 9, no. 1, pp. 79 – 92.
- Wibowo, H.P.E., Purnomo, T., dan Ambarwati, R. 2014. "Kualitas perairan sungai Bengawan Solo di wilayah kabupaten Bojonegoro berdasarkan indeks keanekaragaman plankton." *LenteraBio*, vol. 3, no. 3, pp. 209 – 215.
- Widyastuti, M.T., Taufik, M., dan Santikayasa, I.P. 2018. "Prediksi debit jangka panjang untuk sungai Bengawan Solo." *Jurnal Geografi*, vol. 15, no. 2, pp. 71 – 82.