

**ANALISIS BEBAN PENCEMAR MAKSIMUM AIR LIMBAH KELAPA SAWIT  
MENGUNAKAN MODEL QUAL2KW DI SUNGAI KAHAYAN KABUPATEN  
PULANG PISAU**

Dedy Hermawan, Ardianor, Herry Redin, Soaloon Sinaga  
Universitas Palangka Raya  
Email: udether@gmail.com

**Abstrak**

Sungai Kahayan terletak di Provinsi Kalimantan Tengah yang bermuara di Kabupaten Pulang Pisau. Sungai Kahayan merupakan urat nadi kehidupan bagi masyarakat melalui melalui ekosistem perairan dan hutan di sekitarnya. Penggunaan lahan di Kabupaten Pulang Pisau didominasi oleh kelapa sawit dan karet sebagai komoditas utama. Perkebunan kelapa sawit yang memiliki izin adalah seluas  $\pm 138.076$  Ha tersebar di 6 (enam) Kecamatan di Kabupaten Pulang Pisau. Sungai Kahayan menjadi salah satu media penerima air limbah dari pabrik kelapa sawit. Status mutu air Sungai Kahayan adalah tercemar ringan dengan parameter kritis adalah Biochemical Oxygen Demand (BOD). Perlu diketahui kontribusi beban pencemar dari air limbah pabrik kelapa sawit dan perkebunan kelapa sawit terhadap daya tampung beban pencemar Sungai Kahayan. Analisis beban pencemar maksimum air limbah kelapa sawit dilakukan menggunakan program pemodelan Qual2Kw. Sungai Kahayan mengalami pencemaran bahan organik yang ditandai dengan tingginya konsentrasi BOD, TSS, dan rendahnya kadar DO. Aktivitas industri kelapa sawit, baik dari limbah cair pabrik maupun limbah perkebunan, memberikan kontribusi signifikan terhadap pencemaran tersebut. Model Qual2Kw yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat digunakan untuk mengevaluasi jumlah maksimum beban pencemar yang dapat diterima oleh Sungai Kahayan dan melakukan skenario penurunan beban pencemar. Berdasarkan validasi model, hasil simulasi menunjukkan kesesuaian dengan kondisi lapangan dengan tingkat kesalahan (RMSPE) sebesar 10%. Hasil simulasi menunjukkan bahwa daya tampung beban pencemar (DTBP) Sungai Kahayan untuk parameter BOD sudah terlampaui, sehingga tidak ada alokasi beban pencemar air limbah industri kelapa sawit yang boleh masuk ke sungai. Skenario penurunan beban pencemar melalui pengurangan konsentrasi dan debit air limbah pabrik kelapa sawit serta pembatasan pembukaan lahan perkebunan hanya dapat menurunkan beban pencemar hingga 38,46%, namun masih berada di atas baku mutu air kelas II.

**Kata Kunci:** sungai kahayan; daya tampung beban pencemar; qual2kw; limbah kelapa sawit; alokasi beban pencemar; bod

**Abstract**

*Kahayan River is located in Central Kalimantan Province which empties into Pulang Pisau Regency. The Kahayan River is the lifeblood of the community through the surrounding aquatic and forest ecosystems. Land use in Pulang Pisau District is dominated by palm oil and rubber as the main commodities. Oil palm plantations that have permits are covering an area of  $\pm 138,076$  Ha spread across 6 (six) Districts in*

*Pulang Pisau Regency. Kahayan River is one of the media receiving wastewater from palm oil mills. The water quality status of the Kahayan River is lightly polluted with critical parameters being Biochemical Oxygen Demand (BOD). It is necessary to know the contribution of the polluting load from the wastewater of palm oil mills and oil palm plantations to the carrying capacity of the pollution load of the Kahayan River. Analysis of the maximum polluting load of palm oil wastewater was carried out using the Qual2Kw modelling program. The Kahayan River experiences organic matter pollution characterized by high concentrations of BOD, TSS, and low levels of DO. Palm oil industry activities, both from mill effluent and plantation waste, contribute significantly to the pollution. The Qual2Kw model developed in this study can be used to evaluate the maximum amount of pollutant load that can be received by the Kahayan River and perform pollutant load reduction scenarios. Based on model validation, the simulation results show conformity with field conditions with an error rate (RMSPE) of 10%. The simulation results show that the capacity of the Kahayan River pollutant load (DTBP) for the BOD parameter has been exceeded, so that there is no allocation of the burden of palm oil industry wastewater pollutants that can enter the river. The scenario of reducing the burden of pollutants through reducing the concentration and discharge of palm oil mill wastewater and limiting the clearing of plantation land can only reduce the burden of pollutants by 38.46%, but is still above class II water quality standards.*

**Keywords:** *Kahayan River; polluting load carrying capacity; qual2kw; palm oil waste; allocation of polluting loads; Bod*

---

## PENDAHULUAN

Sungai Kahayan terletak di Provinsi Kalimantan Tengah, dan bermuara di Kecamatan Kahayan Kuala, Kabupaten Pulang Pisau. Sungai Kahayan merupakan urat nadi kehidupan masyarakat Kabupaten Pulang Pisau melalui ekosistem perairan dan hutan disekitarnya. Pulang Pisau telah berkontribusi secara signifikan untuk produksi perikanan Provinsi Kalimantan Tengah (Mei et al., 2015). Penggunaan lahan di kabupaten Pulang Pisau didominasi oleh pertanian, dengan kelapa sawit dan karet sebagai komoditas utama (Misri & Kamelia, 2018).

Aktivitas lahan perkebunan kelapa sawit di Kabupaten Pulang Pisau yang telah memiliki izin adalah seluas ± 138.076 Ha dengan 1 (satu) unit pabrik pengolahan kelapa sawit yang memanfaatkan Sungai Kahayan sebagai penerima air limbah (Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Pulang Pisau, 2023). Status mutu air Sungai Kahayan, khususnya di wilayah Kabupaten Pulang Pisau adalah tercemar ringan dengan parameter kritis Biological Oxygen Demand (BOD). Parameter BOD dapat digunakan untuk menduga adanya pencemaran limbah sawit di perairan (Andika, Wahyuningsih, & Fajri, 2020). Perlu diketahui kontribusi beban pencemar dari air limbah pabrik kelapa sawit dan perkebunan kelapa sawit terhadap daya tampung beban pencemar Sungai Kahayan.

Belum ada studi terdahulu dalam penetapan alokasi beban pencemar dan perhitungan Daya Tampung Beban Pencemar (DTBP) Sungai Kahayan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengevaluasi beban pencemar maksimum air limbah dari pabrik kelapa sawit dan perkebunan kelapa sawit melalui pemodelan air Sungai Kahayan menggunakan program komputer Qual2Kw. Microsoft Excel merupakan user interface untuk menjalankan program Qual2Kw melalui Visual Basic for Application (VBA) untuk melakukan simulasi penurunan beban pencemar air limbah kelapa sawit.

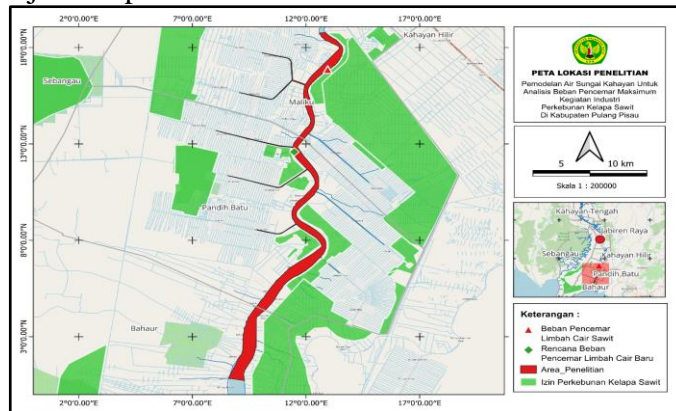
## METODE PENELITIAN

Penelitian dimulai dengan pembagian segmen berdasarkan titik pengambilan sampel. Setiap segmen berisi data yang akan diinput kedalam model *Qual2Kw*. Data kualitas air diambil menggunakan teknik *purposive sampling*. Frekuensi Sampel air diambil dengan metode *grab sampling* atau contoh air sesaat untuk menggambarkan kondisi pada saat penelitian berjalan. Data *time series* kualitas air Tahun 2021 – 2022 diambil dari data sekunder.

Penelitian dimulai dengan pembagian segmen berdasarkan titik pengambilan sampel. Setiap segmen berisi data yang akan diinput kedalam model *Qual2Kw*. Data kualitas air diambil menggunakan teknik *purposive sampling*. Frekuensi Sampel air diambil dengan metode *grab sampling* atau contoh air sesaat untuk menggambarkan kondisi pada saat penelitian berjalan. Data *time series* kualitas air Tahun 2021 – 2022 diambil dari data sekunder.

### Lokasi Penelitian

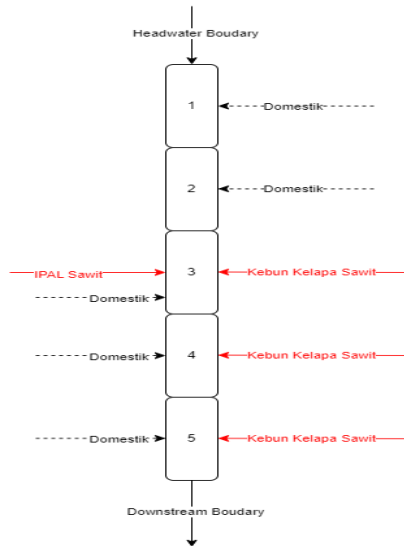
Lokasi penelitian adalah Sungai Kahayan yang masuk pada wilayah administrasi Kabupaten Pulang Pisau. Penelitian dilakukan pada aliran Sungai Kahayan yang mendapatkan masukan beban pencemar dari limbah pabrik kelapa sawit. Berikut peta lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1** Peta Lokasi Penelitian

### Segmentasi

Model *Qual2Kw* merepresentasikan sungai kedalam rangkaian segmen. Setiap segmen mewakili perhitungan matematis berdasarkan data kualitas air dan potensi beban pencemar (Rahmi, 2022). Segmentasi dibagi menjadi 5 (lima) bagian berdasarkan titik sampling air dan jenis pencemar. Segmen 1 merupakan titik kontrol beban pencemar yang dibawa dari daerah hulu, dan segmen 2 merupakan titik kontrol kondisi awal yang tidak mendapat input beban pencemar dari air limbah pabrik dan perkebunan kelapa sawit. Titik masuknya air limbah pabrik kelapa sawit berada pada segmen 3, sedangkan air limbah kebun kelapa sawit dimulai dari segmen 3 sampai dengan segmen 5. Skema segmentasi model ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2 Skema Segmentasi Model**

Berdasarkan Gambar 2, segmen 3 sampai dengan segmen 5 merupakan input sumber pencemar yang akan dievaluasi dalam model *Qual2Kw*.

### Input Data

Data didapat melalui obsevasi, sumber literatur, sumber primer dan sumber sekunder. Data diinput kedalam *worksheet* model *Qual2Kw*. Jenis data input yang digunakan dalam model diuraikan pada:

**Tabel 1 Jenis Data Input Model Qual2Kw.**

N	Jenis Data	Uraian
0		
1	Kualitas Air	pH, BOD, Suhu
2	Hidrolika Sungai	Debit, laju alir
3	Meteorologi	Temperatur udara, titik embun, kecepatan angin
4	Sumber pencemar	Beban Pencemar (Debit limbah, konsentrasi air limbah), titik koordinat, jarak air limbah dari downstream (km)

*Sumber Data : Hasil Penelitian, 2024*

### Perhitungan Potensi Beban Pencemar

Sumber pencemar terbagi menjadi 2 (dua), *point source* dan *non point source*. *Point source* bersumber dari outlet IPAL Kelapa Sawit dan *non point source* bersumber dari perkebunan kelapa sawit dan limbah domestik. Persamaan untuk menghitung potensi beban pencemar berdasarkan berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 01 Tahun 2010.

### Potensi Beban Pencemar IPAL Kelapa sawit

Rumus yang digunakan untuk menghitung potensi beban pencemar outlet IPAL kelapa sawit menggunakan persamaan :

$$I, i = C_i \times V \times OpHrs / 1.000.000$$

Dimana :

$I_i$  = besaran beban/emisi pencemar  $i$ , kg/tahun

$C_i$  = konsentrasi jenis pencemar  $i$  dalam buangan air limbah, mg/l (data pemantauan di lapangan)

$V$  = laju alir buangan air limbah, L/jam

$OpHrs$  = jumlah jam operasional per tahun, jam/tahun

### Potensi Beban Pencemar Domestik

Air Limbah domestik (rumah tangga) merupakan limbah cair hasil buangan dari perumahan (rumah tangga). Beban pencemar domestik terdiri dari dua kategori sumber, yaitu sumber *point source* dan *non point source* (Rohani et al., 2023).

Rumus untuk menghitung potensi beban pencemar domestik menggunakan persamaan

$$PBP = \text{Jumlah Penduduk} \times \text{Faktor Emisi} \times \text{Rasio} \times \text{Alpha}$$

Dimana :

Faktor emisi (generation load) penduduk

- BOD = 40 gr/orang/hari

Rasio Ekivalen

- Kota = 1
- Pinggiran Kota = 0.85
- Pedalaman = 0.625

Nilai Alpha ( $\alpha$ )

- 1 = jarak antara 0 - 100 meter dari sungai
- 0.85 = jarak diantara 100 –500 meter dari sungai
- 0.3 = jarak > 500 meter dari sungai
- 0.4 = untuk rumah tangga yg memiliki *septic tank*

### Potensi Beban Pencemar Perkebunan Kelapa Sawit

Perhitungan beban pencemar dari penggunaan lahan diperoleh berdasarkan dari luas lahan yang digunakan di kali faktor emisi dan Alpha (Kurniawan, Hendratmo, Sfarudin, & Juniarta, 2017). Rumus untuk menghitung potensi beban pencemar perkebunan kelapa sawit menggunakan persamaan :

$$PBP = \text{Luas (Ha)} \times \text{Faktor Emisi} \times \text{alpha}$$

Dimana :

Faktor emisi BOD = 32.5 kg/Ha/musim tanam

Sumber : (BLK-PSDA, 2004)

Alpha (beban pencemar penggunaan lahan masuk ke air) = 1%

Sumber (ICWRMIP, 205)

### Daya Tampung Beban Pencemar

Daya tampung beban pencemar (DTBP) merupakan selisih antara Beban Pencemar Maksimum (BPM) dengan Beban Pencemar Aktual (BPA). Baku mutu air kelas II berdasarkan PP 22 Tahun 2021 Lampiran VI menjadi acuan BPM.

Rumus menghitung BPM berdasarkan persamaan :

$$BPM = Q \times C_{BM} \times f$$

Dimana :

BPM = Beban Pencemar Maksimum (kg/hari)  
Q = Debit terukur (m<sup>3</sup>/detik)  
CBM = Konsentrasi (sesuai baku mutu) (mg/liter)  
f = faktor konversi

Rumus menghitung BPA berdasarkan persamaan :

$$BPA = Q \times C_m \times f$$

Dimana :

BPA = Beban Pencemar Aktual (kg/hari)  
Q = Debit terukur (m<sup>3</sup>/detik)  
CBM = Konsentrasi terukur (mg/liter)  
f = faktor konversi

Persamaan untuk daya tampung beban pencemar adalah sebagai berikut :

$$\text{Daya tampung} = \text{BPM (kelas II)} \left( \frac{\text{kg}}{\text{hari}} \right) - \text{BPA} \left( \frac{\text{kg}}{\text{hari}} \right)$$

Dimana :

BPM = Beban Pencemar Maksimum

BPA = Beban Pencemar Aktual

Baku mutu air kelas II BOD =  $3 \frac{\text{mg}}{\text{l}}$

Sumber : Lampiran VI Permen LHK No 22 Tahun 2021

### Kalibrasi Model

Setiap data segmen yang sudah diinput kedalam worksheet *Qual2Kw* dilakukan kalibrasi hingga data model mendekati data aktual hasil pengukuran. Kalibrasi model dilakukan dengan metode *trial and error* menggunakan data debit dan konsentrasi pencemar pada setiap segmen. Data model yang sudah mendekati kondisi lapangan dilakukan uji validasi menggunakan metode *Root Mean Square Percent Error* (Azzuhra, 2022). Model dapat diterima jika angka validasi < 20% (Salsabella, 2023).

Validasi RMSPE menggunakan perasamaan :

$$\text{RSME} = \sqrt{\frac{1}{n} \left[ \sum_{n=1}^n \left( \frac{St - At}{At} \right)^2 \right]} \times 100\%$$

Dimana :

St = Nilai simulasi pada saat t

At = Nilai Aktual pada saat t

N = Frekuensi observasi (t=1,2,..n)

Model yang sudah divalidasi siap untuk digunakan untuk evaluasi beban pencemar air limbah kelapa sawit. Evaluasi beban pencemar menggunakan *Qual2Kw* menghasilkan *output* data sebagai dasar melakukan penetapan Alokasi Beban Pencemar (APB) air limbah kelapa sawit. Tujuan penetapan ABP adalah untuk meningkatkan Daya Tampung Beban Pencemar (DTBP) Sungai Kahayan dengan pembatasan jumlah pencemaran yang boleh dibuang ke badan air (Kurniawan et al., 2017).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Kualitas Air

Status mutu air Sungai Kahayan adalah tercemar ringan dengan BOD sebagai parameter kritis (Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Kabupaten Pulang Pisau, 2023). Karakteristik kualitas air Sungai Kahayan adalah memiliki kandungan *Total Suspended*

*Solid* (TSS) yang tinggi, *Dissolved oxygen* (DO) yang rendah dan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) yang tinggi. Konsentrasi TSS yang tinggi menurunkan konsentrasi DO dalam air, yang akan mengakibatkan peningkatan konsentrasi BOD (Priandanu, 2019). Hal ini terjadi karena partikel-partikel tersuspensi menghalangi penetrasi cahaya matahari yang masuk ke dalam air sehingga menghambat proses fotosintesis yang dilakukan oleh *mikroorganisme* akuatik penghasil oksigen (Mustofa, 2017).

Rendahnya kadar DO dan tingginya BOD dapat menjadi indikator adanya pencemaran bahan organik yang berlebihan di Sungai Kahayan (Puspitasari, Elfidasari, Aulunia, & Ariani, 2017). Bahan organik tersebut bisa berasal dari limbah domestik, limbah pertanian atau industri buangan ke sungai (Anwariani, 2019). Air limbah dan buangan industri membahayakan kehidupan *mikroorganisme* akuatik dan mengganggu keseimbangan ekosistem (Warlina, 2004). Data hubungan TSS terhadap DO dan BOD diuraikan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Karakteristik Hubungan TSS terhadap DO dan BOD Sungai Kahayan**

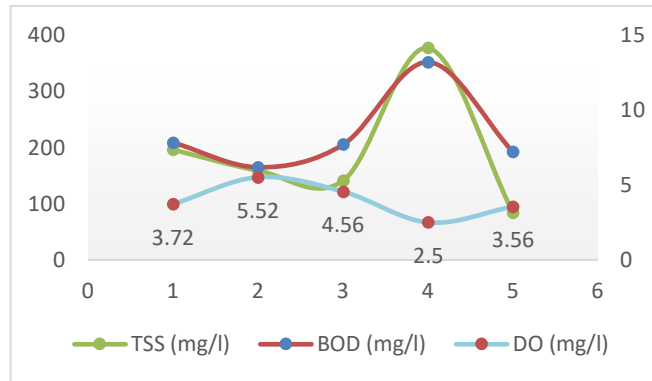
Segmen	Nama Segmen	Pemantauan I			Pemantauan II		
		TSS (mg/l)	BOD (mg/l)	DO (mg/l)	TSS (mg/l)	BOD (mg/l)	DO (mg/l)
	Baku Mutu*	100 mg/l	3 mg/l	4 mg/l**	100 mg/l	3 mg/l	4 mg/l**
1	Anjir Kalampan	196	7,83	3,72	161	18	4,97
2	Pelindo	159	6,18	5,52	136	15	4,99
3	Maliku Baru	141	7,7	4,56	2,5	13	6,19
4	Pandih Batu Hilir	377	13,2	2,5	15,2	11	6,56
5	Kahayan Kuala Basantan	84	7,2	3,56	123	17	4,97

Sumber : Data Primer Penelitian, 2023

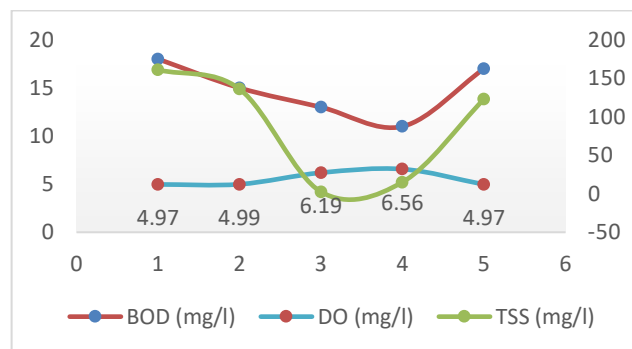
Keterangan : \*Baku mutu mengikuti lampiran IV PP 22 Tahun 2021 Kelas II

\*\* Batas minimal

Kualitas air cenderung bersifat *fluktuatif* Donoriyanto (2011), bergantung dari beban pencemar yang masuk ke dalamnya. Hal ini bisa dilihat pada Tabel 2 dimana *trend* pada setiap segmen cenderung berubah dan berbeda pada setiap periode pemantauan. Kandungan BOD meningkat seiring dengan meningkatnya TSS, begitu juga sebaliknya jika TSS berkurang maka BOD akan mengikuti. Berikut grafik trend kualitas air pemantauan I pada Gambar 3 dan Gambar 4.



**Gambar 3. Trend TSS, DO dan BOD Pemantauan I**



**Gambar 4. Trend TSS, DO dan BOD Pemantauan II**

Kandungan TSS pada pemantauan II mengalami penurunan dibandingkan pemantauan I dan terjadi secara signifikan pada segmen 3 dan 4. Jumlah TSS turun bisa dipengaruhi oleh berkurangnya curah hujan (Yanti, 2017), hal ini terjadi karena pemantauan II diambil pada saat kemarau sehingga debit limpasan limbah perkebunan kelapa sawit berkurang. TSS yang berkurang menyebabkan proses fotosintesis yang dilakukan oleh *mikroorganisme* akuatik penghasil oksigen pada segmen 3 dan 4 berjalan dengan baik sehingga jumlah oksigen meningkat sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4. Pada kondisi ini walaupun BOD tinggi tidak menyebabkan jumlah DO Sungai Kahayan mengalami penurunan dan cenderung stabil, artinya suplai oksigen dari mikroorganisme berjalan dengan baik.

### Trend Kualitas Air

Melihat dari karakteristik kualitas air Sungai Kahayan, dengan suplai oksigen yang cukup namun angka BOD masih tinggi (Fithri, Oginawati, & Santoso, 2011). Hal ini bisa terjadi karena limbah yang masuk secara terus menerus mengalir kedalam Sungai Kahayan sehingga tidak ada zona *recovery* untuk *mikroorganisme* menguraikan bahan organik. Sungai memiliki kemampuan *self purifikasi* sehingga pada zona *recovery* bahan organik akan berkurang secara alami (Patel & Jariwala, 2023).

Data kualitas air rata-rata Tahun 2021 sampai Tahun 2023 menunjukkan *trend* peningkatan konsentrasi BOD dan TSS pada titik segmen 3 sampai titik segmen 5. Titik segmen 3 sampai dengan segmen 5 merupakan titik *input* air limbah pabrik dan perkebunan kelapa sawit. Parameter BOD (*Biological Oxygen Demand*) dapat digunakan untuk menduga adanya pencemaran limbah sawit di perairan (Andika et al., 2020). Untuk

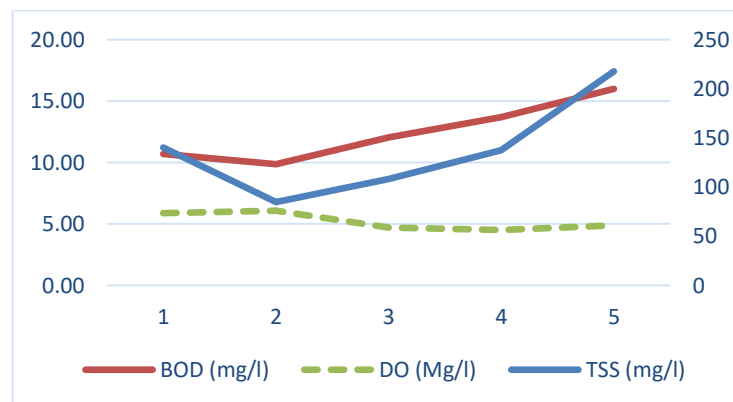


lebih jelas berikut data jumlah TSS, DO dan BOD rata-rata Tahun 2021 – 2023 pada setiap segmen pemantauan, diuraikan dalam Tabel 3.

**Tabel 3. Data Rata-rata Kualitas Air Sungai Kahayan 2021-2023**

Titik Sampling	Lokasi	BOD (Mg/l)	TSS (Mg/l)	DO (Mg/l)
1	Anjir Kalampan	10,69	140,3	5,868571
2	Pelindo	9,86	84,72857	6,072857
3	Maliku	12,03	108,4286	4,697143
4	Pandih Batu	13,67	137,3	4,504286
5	Kahayan Kuala	15,99	217,7143	4,874286

Model *Qual2Kw* dapat digunakan untuk mengidentifikasi pengaruh beban pencemar terhadap daya tampung beban pencemar sungai (Pradipta & Hendriyanto, 2024), untuk membuktikan meningkatnya jumlah BOD Sungai Kahaya pada segmen 3 sampai segmen 5 disebabkan oleh air limbah pabrik dan perkebunan kelapa sawit. Berdasarkan Tabel 3, grafik *trend* kualitas air pada setiap segmen ditunjukkan pada Gambar 5.



**Gambar 5. Trend Parameter BOD, TSS dan DO Rata-rata Tahun 2021-2023**

### Potensi Beban Pencemar

Melihat *trend* kualitas air Tahun 2021-2023 pada segmen 3 sampai segmen 5 mengalami peningkatan kandungan bahan organik yang ditunjukkan dengan meningkatnya jumlah BOD. Penyebab terjadinya peningkatan beban pencemar Sungai Kahayan diduga disebabkan oleh beban pencemar air limbah pabrik dan perkebunan kelapa sawit.

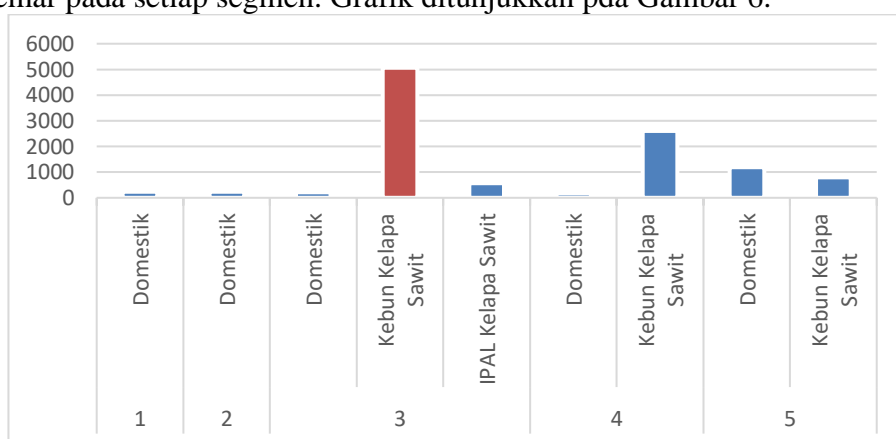
Untuk lebih jelas, berikut data hasil perhitungan potensi beban pencemar pada setiap segmen yang bersumber dari perkebunan kelapa sawit, air limbah pabrik kelapa sawit dan potensi beban pencemar dari domestik menggunakan parameter BOD. Data diuraikan pada Tabel 4.

**Tabel 4. Potensi Beban Pencemar Model Setiap Segmen**

No semgen	Nama Segmen	Sumber Pencemar	Jenis Pencemar	BOD (Kg/Hari)
1	Anjir Kalampan	NonPoint Source	Domestik	234,06
2	Pelindo	NonPoint Source	Domestik	234,06

3	Maliku	NonPoint Source	Domestik	219,25
		NonPoint Source	Perkebunan	5.063
		Point Source	IPAL Kelapa Sawit	2.597
4	Pandih Batu	NonPoint Source	Domestik	176
		NonPoint Source	Perkebunan	2.597
5	Kahayan Kuala	NonPoint Source	Domestik	1.195
		NonPoint Source	Perkebunan	794

Data potensi beban pencemar akan dimasukkan kedalam *input* data model *Qual2Kw*, guna menganalisis apakah air limbah dari pabrik dan perkebunan kelapa sawit memiliki kontribusi signifikan terhadap perubahan kualitas air, khususnya pada segmen 3 sampai dengan segmen 5. Untuk lebih jelas berikut grafik perbandingan potensi beban pencemar pada setiap segmen. Grafik ditunjukkan pada Gambar 6.



**Gambar 6. Grafik Perbandingan Potensi Beban Pencemar BOD Setiap Segmen**

### Daya Tampung Beban Pencemar (DTBP)

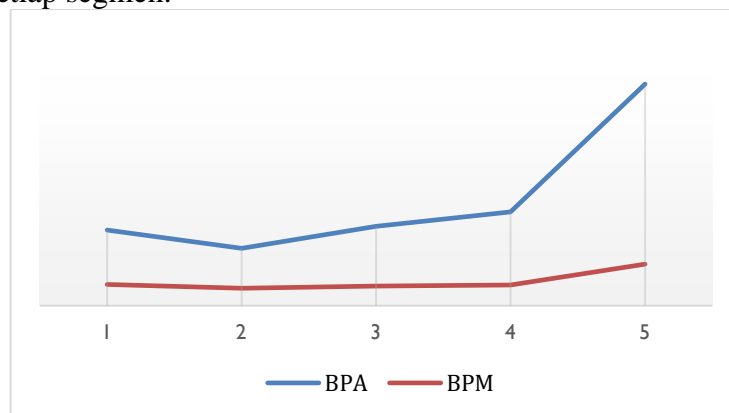
Daya Tampung Beban Pencemar (DTBP) mencerminkan kemampuan sungai untuk membuang polutan serta menguraikan bahan organik dengan cara proses alami atau dikenal dengan *Self Purifikasi* (Rostiyanti, Lucas, Rafaldini, & Satory, 2023). Parameter BOD merupakan parameter kritis digunakan untuk menghitung DTBP. Daya Tampung Beban Pencemar (DTBP) merupakan selisih dari Beban Pencemar Maksimum (BPM) terhadap Beban Pencemar Aktual (BPA). Data perhitungan DTBP BOD ditunjukkan pada Tabel 5.

**Tabel 5. Daya Tampung Beban Pencemar Sungai Kahayan**

Segmen	BPM BOD (Kg/Hari)	BPA BOD (Kg/Hari)	DTBP (Kg/Hari)	BOD
1	237.759	846.875	-609.115	
2	195.955	644.039	-448.084	
3	221.429	888.248	-666.819	
4	230.947	1.052.679	-821.732	

5	466.560	2.487.209	-2.020.649
---	---------	-----------	------------

Data Tabel 5 menunjukkan angka negatif, artinya DTBP Sungai Kahayan sudah terlampaui. Jumlah terlampauinya DTBP Sungai Kahayan semakin meningkat ke arah hilir yaitu segmen 5. Beban pencemar kebun dan air limbah kelapa sawit yang masuk dari segmen 3 tidak memiliki zona *recovery* sehingga terakumulasi sampai bagian hilir, yaitu segmen 5. Grafik pada Gambar 7 menunjukkan perbandingan BPA terhadap BPM yang meningkat pada setiap segmen.



**Gambar 7 Grafik Perbandingan BPA dan BPM**

Gambar 7. menunjukkan BPA berada diatas BPM sehingga tidak ada alokasi beban pencemar yang boleh masuk ke Sungai Kahayan, khususnya pada area penelitian. Perlu adanya evaluasi beban pencemar dari air limbah pabrik dan perkebunan kelapa sawit untuk meningkatkan Daya Tampung Beban Pencemar (DTBP) Sungai Kahayan.

### KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan yang ada, berikut adalah 3 kesimpulan yang dapat diambil yaitu Sungai Kahayan mengalami pencemaran bahan organik yang ditandai dengan tingginya konsentrasi BOD, TSS, dan rendahnya kadar DO. Aktivitas industri kelapa sawit, baik dari limbah cair pabrik maupun limbah perkebunan, memberikan kontribusi signifikan terhadap pencemaran tersebut. Model Qual2Kw yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat digunakan untuk mengevaluasi jumlah maksimum beban pencemar yang dapat diterima oleh Sungai Kahayan dan melakukan skenario penurunan beban pencemar. Berdasarkan validasi model, hasil simulasi menunjukkan kesesuaian dengan kondisi lapangan dengan tingkat kesalahan (RMSPE) sebesar 10%. Hasil simulasi menunjukkan bahwa daya tampung beban pencemar (DTBP) Sungai Kahayan untuk parameter BOD sudah terlampaui, sehingga tidak ada alokasi beban pencemar air limbah industri kelapa sawit yang boleh masuk ke sungai. Skenario penurunan beban pencemar melalui pengurangan konsentrasi dan debit air limbah pabrik kelapa sawit serta pembatasan pembukaan lahan perkebunan hanya dapat menurunkan beban pencemar hingga 38,46%, namun masih berada di atas baku mutu air kelas II.

### BIBLIOGRAFI

Andika, Bayu, Wahyuningsih, Puji, & Fajri, Rahmatul. (2020). Penentuan nilai BOD dan COD sebagai parameter pencemaran air dan baku mutu air limbah di pusat penelitian kelapa sawit (PPKS) Medan. *QUIMICA: Jurnal Kimia Sains Dan Terapan*, 2(1), 14–22.

- Anwariani, Destari. (2019). *Pengaruh Air Limbah Domestik Terhadap Kualitas Sungai*.
- Azzuhra, haninda ifti. (2022). *Pemodelan Kualitas Air Permukaan Sungai Pada Parameter Tss Dan Cod Menggunakan Software Qual2kw (Studi Kasus: Sungai Winongo Yogyakarta)*.
- Donoriyanto, Dwi Sukma. (2011). Analisis dampak lahan permukiman terhadap kualitas air sungai bengawan solo kabupaten lamongan. *Prosiding Konferensi Nasional "Inovasi Dalam Desain Dan Teknologi"-IDEaTech*, 331–340.
- Fithri, Arsyi Nur, Oginawati, Katharina, & Santoso, Muhayatun. (2011). Pengendalian Kontaminasi Logam Berat di Industri Tahu dengan Konsep Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 17(1), 1–11.
- Kurniawan, B., Hendratmo, A., Sfarudin, Fitry W., & Juniarta, J. (2017). Buku kajian daya tampung dan alokasi beban pencemaran Sungai Citarum. *Jakarta: Direktorat Jenderal Pengendalian Pencemaran Dan Kerusakan Lingkungan Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan*.
- Misri, Muhamad Ali, & Kamelia, Nok Rini. (2018). Pengembangan Instrumen Test Materi Matriks berdasarkan konsep HOTS. *Beta: Jurnal Tadris Matematika*.
- Mustofa, Arif. (2017). Kandungan total zat padat tersuspensi dari outlet tambak udang intensif di kabupaten jepara. *JURNAL DISPROTEK-Computer: Information Systems, Informatics; Engineering: Electrical, Industrial, Civil; Aquaculture.*, 8(1).
- Patel, Hiralkumari B., & Jariwala, Namrata D. (2023). Analysis of Pollutant Load Carrying Capacity of the River Tapi Using QUAL2Kw for Surat City. *Journal of Environmental Protection*, 14(2), 96–107.
- Pradipta, Muhammad Arya, & Hendriyanto, Okik. (2024). Strategi Penanggulangan Pencemaran Air Sungai Rejo Agung Menggunakan Pemodelan Qual2kw. *Journal Serambi Engineering*, 9(2), 8467–8475.
- Priandanu, Ariwidyanto. (2019). Perhitungan Korelasi Bod-Cod Air Dan Sedimen, Serta Daya Tampung Beban Pencemaran Air Kali Surabaya (Studi Kasus Di Lokasi Antara Intake Ipam Karangpilang Dan Dam Gunungsari). *Jurnal Purifikasi*, 19(1), 15–24.
- Puspitasari, Riris Lindiawati, Elfidasari, Dewi, Aulunia, Resti, & Ariani, Farida. (2017). Studi kualitas air sungai Ciliwung berdasarkan bakteri indikator pencemaran pasca kegiatan bersih Ciliwung 2015. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains Dan Teknologi*, 3(3), 156–162.
- Rahmi, Radhita. (2022). *Pemodelan Kualitas Air Sungai Berdasarkan Parameter Do Dan Bod Menggunakan Software Qual2kw (Studi Kasus: Sungai Winongo, Provinsi Diy)*.
- Rohani, Siti, Arsyad, Gusman, Sjahriani, Tessa, Poetra, Ricky Perdana, Ladyani, Festy, Hudiah, Andi, Rauf, Annisa Utami, Astuti, Ratna Dwi Puji, Basri, Sarinah, & Buamona, Sri Ayu M. U. (2023). dasar-dasar kesehatan lingkungan. *Penerbit Tahta Media*.
- Rostiyanti, Susy Fatena, Lucas, Vany, Rafaldini, Fanny, & Satory, Agus. (2023). Hak Substantif Masyarakat Atas Udara Bersih Dan Bebas Polusi Asap Akibat Kebakaran Hutan. *Bina Hukum Lingkungan*, 7(2), 247–266.
- Salsabella, Taufik. (2023). *Analisis Mikroplastik Pada Sungai Kuala Panjang, Bandar Lampung*. UIN RADEN INTAN LAMPUNG.
- Warlina, Lina. (2004). Pencemaran air: sumber, dampak dan penanggulangannya. *Unpublished*). Institut Pertanian Bogor.
- Yanti, Elyta Vivi. (2017). Dinamika musiman kualitas air di daerah Sungai Kahayan

Kalimantan Tengah. *Ziraa 'ah Majalah Ilmiah Pertanian*, 42(2), 107–118.



**This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.**