

## BAB IV

### PEMBAHASAN

#### 4.1. Identifikasi Sungai Musi Palembang

##### 4.1.1. Kondisi Iklim dan Topografi Sungai Musi Palembang

Tabel 4.1 Data Suhu Udara Kota Palembang

Lokasi : Kenten, Palembang

Tahun	Jan (°C)	Feb (°C)	Mar (°C)	Apr (°C)	Mei (°C)	Jun (°C)	Jul (°C)	Ags (°C)	Sept (°C)	Okt (°C)	Nov (°C)	Des (°C)
2012	27.2	26.5	27.2	27.2	27.9	27.7	27.2	27.6	28.4	27.9	27.2	26.9
2013	26.7	26.9	27.5	27.5	27.7	28.3	27.2	27.1	27.3	27.7	27.3	26.6
2014	26.0	26.8	27.4	27.6	27.9	28.1	28.0	28.0	28.2	28.5	28.5	27.5
2015	26.7	26.7	26.8	27.6	28.3	27.8	28.0	28.0	28.2	28.5	28.5	27.5
2016	27.5	27.2	27.8	28.1	28.2	27.8	27.9	28.3	27.7	27.6	27.7	27.5

Sumber : *Badan Meteorologi, Kilmatologi & Geofisika (BMKG) Kota Palembang*

Rata-rata suhu Kota Palembang terbilang tinggi karena merupakan daerah dataran rendah. Suhu merupakan faktor penting dan berpengaruh terhadap kualitas suatu air di sungai. Kenaikan suhu mempercepat reaksi-reaksi kimiawi. Menurut hukum Van't Hoff, kenaikan suhu 10°C akan melipat ganda kecepatan reaksi. Data suhu rata-rata kota Palembang diatas selanjutnya akan di input ke program QUAL2Kw pada *worksheet Headwater*, dan *Air Temperatur*.

Tabel 4.2. Data Kecepatan Angin Kota Palembang

Lokasi : Kenten, Palembang

Tahun	Jan (m/dt)	Feb (m/dt)	Mar (m/dt)	Apr (m/dt)	Mei (m/dt)	Jun (m/dt)	Jul (m/dt)	Ags (m/dt)	Sept (m/dt)	Okt (m/dt)	Nov (m/dt)	Des (m/dt)
2012	3.2	2.1	2.7	2.8	3.0	3.0	3.1	3.8	3.6	2.3	2.0	3.0
2013	3.9	4.0	3.1	2.8	2.7	3.0	3.1	4.2	4.0	3.6	2.9	5.3
2014	5.6	5.4	4.3	3.6	3.9	3.9	4.7	4.8	5.2	4.1	2.6	2.9
2015	3.9	3.4	2.7	2.2	2.7	3.1	4.6	4.9	4.8	4.4	2.7	2.9
2016	3.0	3.1	2.7	2.5	2.4	2.8	3.3	3.7	3.2	3.0	1.7	2.0

Sumber : *Badan Meteorologi, Kilmatologi & Geofisika (BMKG) Kota Palembang*

Kecepatan angin memiliki pengaruh pada kecepatan arus suatu sungai. Semakin kuat tiupan angina akan menyebabkan arus semakin kuat dan semakin dalam mempengaruhi lapisan air. Pada perairan letik umumnya kecepatan arus berkisar antara 3 m/detik. Meskipun demikian sangat sulit untuk membuat suatu batasan mengenai kecepatan arus karena arus di suatu ekosistem air sangat berfluktuasi dari waktu ke waktu tergantung dari fluktuasi debit dan aliran air dan kondisi substrat yang ada.

##### 4.1.2. Kondisi Hidrolik Sungai Musi Palembang

Data hidrolik Sungai Musi Palembang yaitu berupa data debit, kedalaman air, kecepatan, dan kemiringan sungai. Data ini diperoleh dari hasil analisis berdasarkan perhitungan empiris dengan sumber data dari *google earth* di padukan dengan data sekunder debit yang di dapat dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Palembang.. Data hidrolik sungai diperlukan untuk memenuhi kalibrasi model dalam program QUAL2Kw.

Berikut adalah data hidrolik dari Titik 1 (Pulokerto) sampai dengan Titik 4 (PT. Badja Baru) :

Tabel 4.3. Data Hidrolik

Segmen	Debit	Kedalaman Air	Kecepatan	Kemiringan
	m <sup>3</sup> /s	m	m/dt	m
Hulu (1)	4337,49	6	1,68	0,0004463
1 – 2	3984.15	6,15	1,42	0,0004463
2 – 3	4952.71	6,28	2,07	0,0004067
3 – 4 (Hilir)	2156.06	6,47	1,86	0,0002976

Sumber : *BMKG Kota Palembang & Hasil Analisa*

#### 4.1.3. Kondisi Kualitas Air Sungai Musi Palembang

Tabel 4.4. Data Kualitas Air (pH, DO)

pH	titik 1	titik 2	titik 3	titik 4	DO	titik 1	titik 2	titik 3	titik 4
periode 1	6.95	5.95	6.68	6.27	periode 1	6.3	6	5.9	6
periode 2	7.2	7.14	7.02	6.97	periode 2	6.2	6.2	6.4	6
periode 3	6.06	6.68	7.07	6.28	periode 3	6.2	6.1	6	5.9
Min	6.06	5.95	6.68	6.27	Min	6.2	6	5.9	5.9
Max	7.2	7.14	7.07	6.97	Max	6.3	6.2	6.4	6
Rata-rata	6.74	6.59	6.92	6.51	Rata-rata	6.23	6.10	6.10	5.97

Sumber : *Dinas Kebersihan dan Lingkungan Hidup Kota Palembang 2016*

Tabel 4.5. Data Kualitas Air (BOD, COD)

BOD	titik 1	titik 2	titik 3	titik 4	COD	titik 1	titik 2	titik 3	titik 4
periode 1	4.62	4.13	3.86	4.52	periode 1	23.12	20.63	19.31	22.59
periode 2	4.82	4.5	4.4	5.17	periode 2	24.01	22.64	22.09	25.83
periode 3	4.5	4.31	4.42	4.4	periode 3	22.48	21.57	22.18	21.98
Min	4.5	4.13	3.86	4.4	Min	22.48	20.63	19.31	21.98
Max	4.82	4.5	4.42	5.17	Max	24.01	22.64	22.18	25.83
Rata-rata	4.65	4.31	4.23	4.70	Rata-rata	23.20	21.61	21.19	23.47

Sumber : *Dinas Kebersihan dan Lingkungan Hidup Kota Palembang 2016*

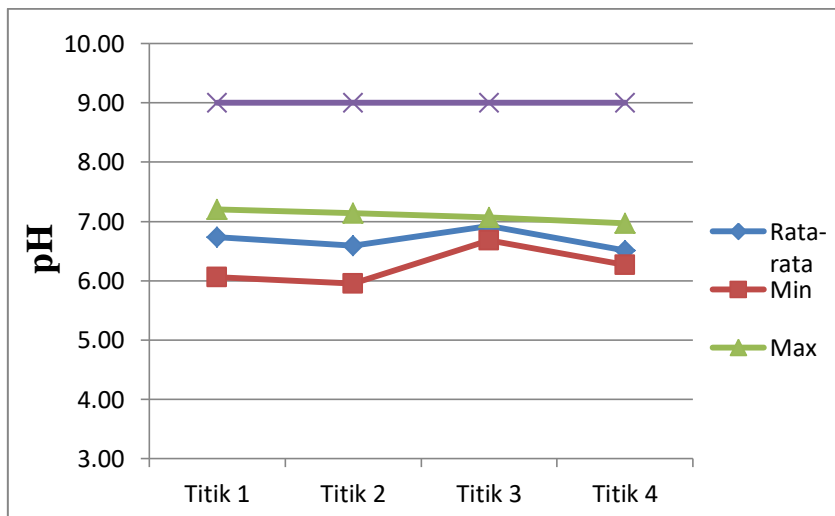
Tabel 4.6. Data Kualitas Air (PO<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub>-N)

PO <sub>4</sub>	titik 1	titik 2	titik 3	titik 4	NH <sub>3</sub> -N	titik 1	titik 2	titik 3	titik 4
periode 1	0.2	0.29	0.25	0.35	periode 1	0.35	0.31	0.12	0.76
periode 2	0.88	0.72	0.58	0.62	periode 2	0.54	0.78	0.34	0.28
periode 3	0.51	0.53	0.55	0.61	periode 3	0.35	0.54	0.26	0.24
Min	0.2	0.29	0.25	0.35	Min	0.35	0.31	0.12	0.24
Max	0.88	0.72	0.58	0.62	Max	0.54	0.78	0.34	0.76
Rata-rata	0.53	0.51	0.46	0.53	Rata-rata	0.41	0.54	0.24	0.43

Sumber : *Dinas Kebersihan dan Lingkungan Hidup Kota Palembang 2016*

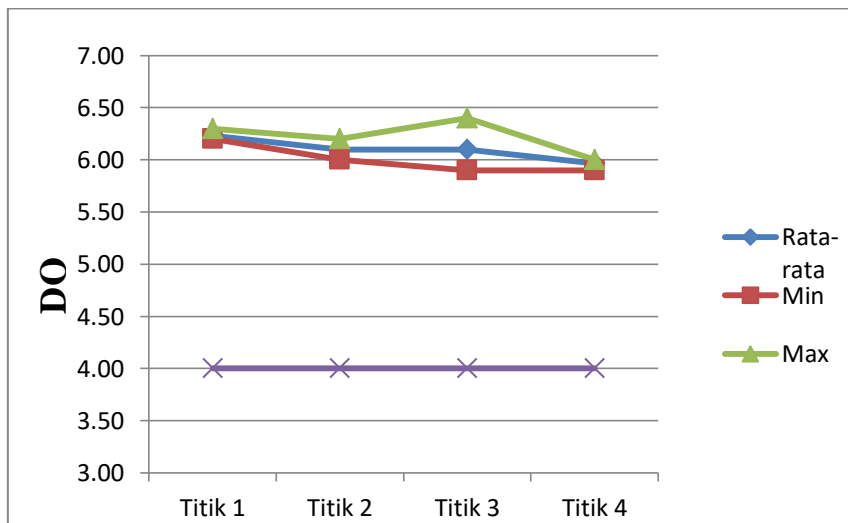
Air sungai memiliki kualitas dan karakteristik masing-masing. Hal ini dipengaruhi oleh kuantitas dan kualitas pencemar yang masuk ke dalam air sungai. Data Kualitas air Sungai Musi Palembang dari Titik 1 (Pulokerto) – Titik 4 (PT. Badja Baru) merupakan data sekunder yang diperoleh dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Palembang. Data

sekunder kualitas air tiap titik pemantauan dapat dilihat pada Lampiran. Berikut salah satu data kualitas air Sungai Musi (Titik 1 – Titik 4) pada tahun 2016 dengan parameter sebagai berikut :



Gambar 4.1 Grafik Nilai pH

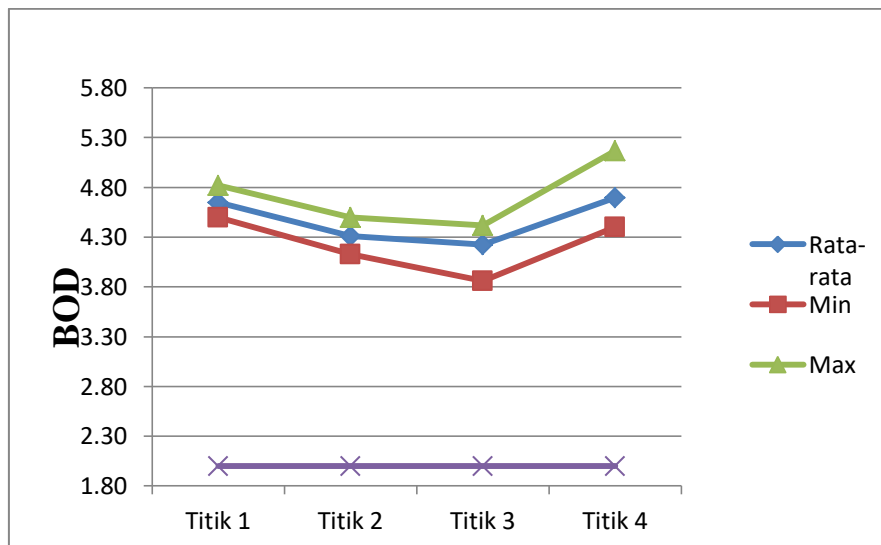
Gambar 4.1 adalah grafik yang menggambarkan nilai pH yang ada di rentang Pulokerto s/d PT. Badja Baru. Nilai pH pada rentang ini secara keseluruhan tidak ada yang melebihi standar deviasi (6-9). Dapat dilihat pula, nilai pH cenderung meningkat pada titik ke 3, yaitu titik Jembatan Musi II. Kemungkinan kenaikan nilai pH ini dikarenakan pengaruh dari titik 2 (PT. Badja Baru), dimana ada buangan limbah cair hasil dari pabrik karet tersebut.



Gambar 4.2 Grafik Nilai *Dissolved Oxygen* ( DO)

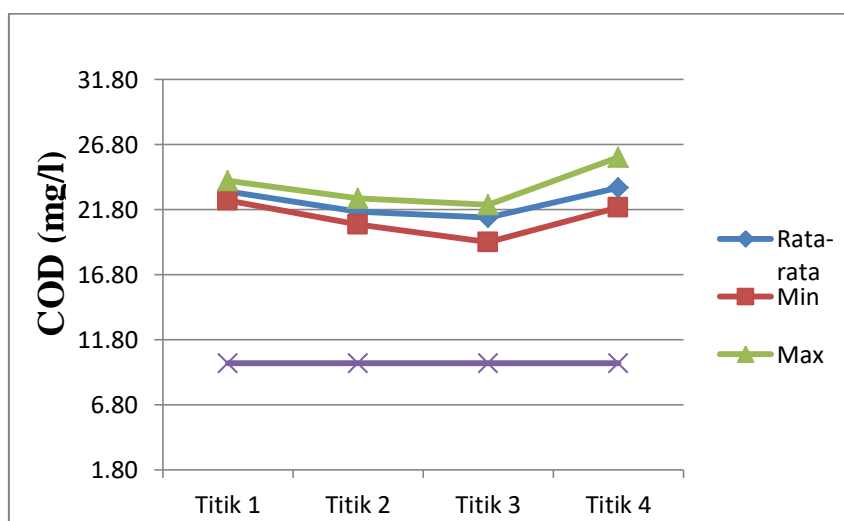
Gambar di atas adalah grafik yang menggambarkan nilai *Dissolved Oxygen* (DO) yang ada di rentang Pulokerto s/d PT. Badja Baru. Nilai DO pada rentang ini secara keseluruhan sudah di atas angka minimal yang ada (baku mutu). Semakin besar nilai DO, maka semakin banyak kandungan oksigen yang terlarut pada perairan tersebut. Dapat dilihat pada grafik di atas, nilai DO cenderung meningkat pada titik ke 4, yaitu titik

Jembatan Musi PT. Badja Baru. Kemungkinan kenaikan nilai DO ini dikarenakan pengaruh proses purifikasi, dimana rentan jarak dari buangan limbah cair yang ada di titik 2 cukup jauh ke titik 4.



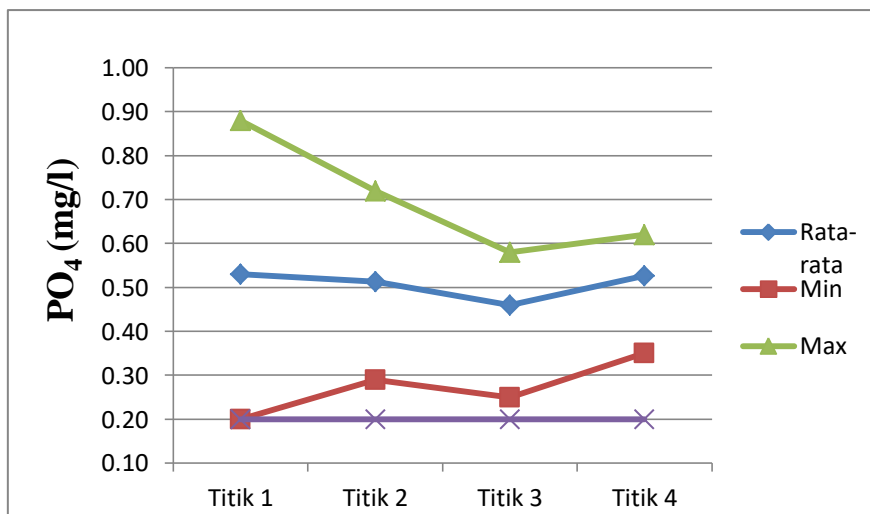
Gambar 4.3 Grafik Nilai *Biological Oxygen Demand (BOD)*

Gambar di atas adalah grafik yang menggambarkan nilai *Biological Oxygen Demand (BOD)* yang ada di rentang Pulokerto sampai dengan PT. Badja Baru. Nilai BOD pada rentang ini secara keseluruhan ada di atas angka baku mutu. Ini menunjukkan bahwa air pada rentang Pulokerto sampai dengan PT. Badja Baru sudah tercemar dan memiliki kandungan zat organik yang tinggi. Kemungkinan tingginya nilai BOD ini disebabkan karena suhu yang ada di Sungai Musi terbilang cukup panas yaitu dengan rata-rata  $28^{\circ}\text{C}$ , dimana pencahayaan matahari juga cukup terik menyinari langsung ke badan sungai, sedikit sekali bangunan yang menghalangi penyinaran matahari tersebut. Faktor lainnya yang dapat mempengaruhi tingginya nilai BOD adalah pertumbuhan biologik, gerakan air, dan kadar oksigen.



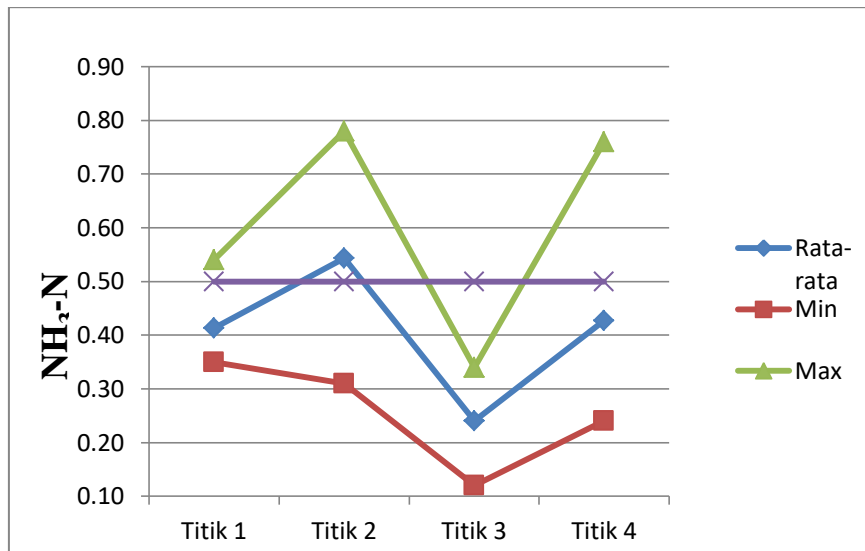
Gambar 4.4 Grafik Nilai *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Gambar di atas adalah grafik yang menggambarkan nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD) yang ada di rentang Pulokerto s/d PT. Badja Baru. Nilai COD pada rentang ini secara keseluruhan berada di atas angka baku mutu. COD merupakan parameter kualitas air yang menggambarkan banyaknya bahan organik yang dapat dioksidasikan oleh kalium dikromat dalam suasana asam dan dipanaskan pada suhu diatas  $100^{\circ}\text{C}$  dalam 2 jam. Artinya, air sungai pada rentang Pulokerto sampai dengan PT. Badja Baru mengandung banyak oksidator. Hal ini kemungkinan dikarenakan oleh limbah industri dan limbah domestik yang masuk ke badan sungai.



Gambar 4.5 Grafik Nilai *Phospat*

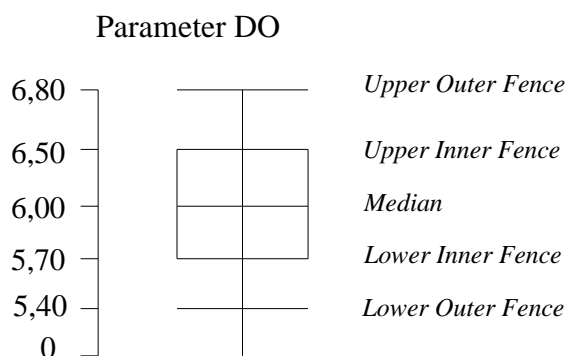
Gambar di atas adalah grafik yang menggambarkan nilai *Phospat* yang ada di rentang Pulokerto s/d PT. Badja Baru. Nilai *Phospat* pada rentang ini secara keseluruhan ada di atas angka baku mutu. Dapat dilihat pada grafik di atas, nilai *Phospat* cenderung tinggi pada titik ke 1, yaitu titik Pulokerto. Kemungkinan tingginya nilai *Phospat* ini dikarenakan pengaruh pupuk lahan pertanian, dimana Pulokerto merupakan kawasan perkebunan dan pertanian.



Gambar 4.6 Grafik Nilai Ammonia

Gambar di atas adalah grafik yang menggambarkan nilai Ammonia yang ada di rentang Pulokerto s/d PT. Badja Baru. Nilai Ammonia pada rentang ini secara keseluruhan ada di bawah angka baku mutu, meskipun ada beberapa yang di atas angka baku mutu. Di dalam air, ammonia mempunyai dua bentuk senyawa yaitu senyawa ammonia non-ion ( $\text{NH}_3$ ) dan senyawa ion ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ). Dapat dilihat pada grafik di atas, nilai  $\text{NH}_3$  tertinggi ada pada titik ke 2 dan ke 4, yaitu titik PT. Hevea MK II dan PT. Badja Baru. Tingginya nilai  $\text{NH}_3$  ini dimungkinkan karena pengaruh adanya buangan limbah industri besar. Semakin tinggi nilai  $\text{NH}_3$  dapat meracuni ikan, sedangkan  $\text{NH}_4$  tidak berbahaya kecuali dalam konsentrasi yang sangat tinggi.

#### 4.1.4 Uji Data Ekstrim Menggunakan Metode Box Plot



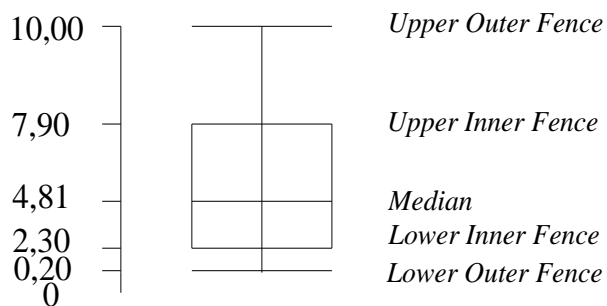
Gambar 4.7 Box Plot DO

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Data (n)} &= 60 \\ \text{Median} &= 6,00 \\ \text{Kuartil} &= ((60/2)+1)/2 \\ &= 15,50 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q1 &= 6,00 \text{ (nilai kuartil 15,5, maka dipakai data ke 16 dari atas)} \\
 Q3 &= 6,20 \text{ (nilai kuartil 15,5, maka dipakai data ke 16 dari bawah)} \\
 IQR &= Q3 - Q1 \\
 &= 6,20 - 6 \\
 &= 0,20 \\
 \text{Lower Inner Fence} &= 6 - (1,5 \times 0,20) \\
 &= 5,7 \text{ (Mild Outlier)} \\
 \text{UpperInner Fence} &= 6,20 + (1,5 \times 0,20) \\
 &= 6,50 \text{ (Mild Outlier)} \\
 \text{Lower OuterFence} &= 6 - (3 \times 0,20) \\
 &= 5,4 \text{ (Extreme Outlier)} \\
 \text{Upper OuterFence} &= 6,2 + (3 \times 0,20) \\
 &= 6,8 \text{ (Extreme Outlier)}
 \end{aligned}$$

Parameter BOD

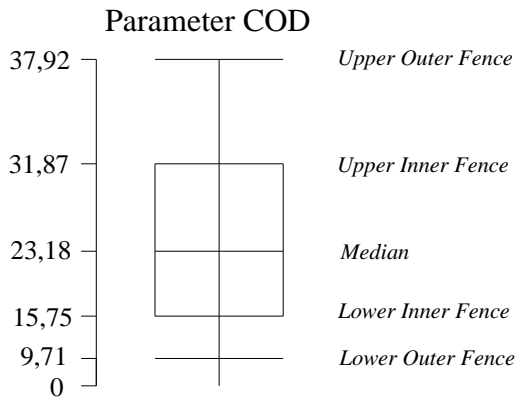


Gambar 4.8 Box Plot BOD

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Data (n)} &= 60 \\
 \text{Median} &= 4,81 \\
 \text{Kuartil} &= ((60/2)+1)/2 \\
 &= 15,50 \\
 Q1 &= 4,40 \text{ (nilai kuartil 15,5, maka dipakai data ke 16 dari atas)} \\
 Q3 &= 65,80 \text{ (nilai kuartil 15,5, maka dipakai data ke 16 dari bawah)} \\
 IQR &= Q3 - Q1 \\
 &= 5,80 - 4,40 \\
 &= 1,40 \\
 \text{Lower Inner Fence} &= 4,40 - (1,5 \times 1,40) \\
 &= 2,3 \text{ (Mild Outlier)} \\
 \text{UpperInner Fence} &= 5,80 + (1,5 \times 1,40)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 7,90 \text{ (Mild Outlier)} \\
 \text{Lower OuterFence} &= 4,40 - (3 \times 1,40) \\
 &= 0,20 \text{ (Extreme Outlier)} \\
 \text{Upper OuterFence} &= 5,80 + (3 \times 1,40) \\
 &= 10 \text{ (Extreme Outlier)}
 \end{aligned}$$

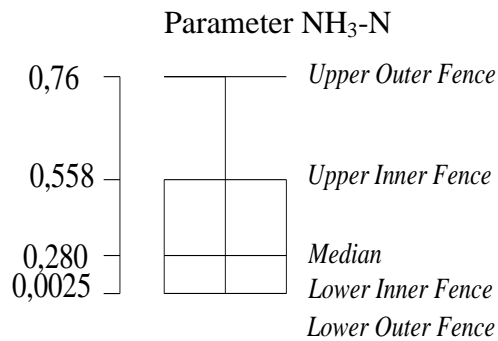


Gambar 4.9 Box Plot COD

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Data (n)} &= 60 \\
 \text{Median} &= 23,18 \\
 \text{Kuartil} &= ((60/2)+1)/2 \\
 &= 15,50 \\
 \text{Q1} &= 21,80 \text{ (nilai kuartil 15,5, maka dipakai data ke 16 dari atas)} \\
 \text{Q3} &= 25,83 \text{ (nilai kuartil 15,5, maka dipakai data ke 16 dari bawah)} \\
 \text{IQR} &= \text{Q3} - \text{Q1} \\
 &= 25,83 - 21,80 \\
 &= 4,03 \\
 \text{Lower Inner Fence} &= 21,80 - (1,5 \times 4,30) \\
 &= 15,75 \text{ (Mild Outlier)} \\
 \text{UpperInner Fence} &= 25,80 + (1,5 \times 4,03) \\
 &= 31,87 \text{ (Mild Outlier)} \\
 \text{Lower OuterFence} &= 21,80 - (3 \times 4,30) \\
 &= 9,71 \text{ (Extreme Outlier)} \\
 \text{Upper OuterFence} &= 25,83 + (3 \times 4,03) \\
 &= 37,92 \text{ (Extreme Outlier)}
 \end{aligned}$$



Gambar 4.10 *Box Plot* NH<sub>3</sub>-N

Contoh Perhitungan :

$$\text{Jumlah Data (n)} = 60$$

$$\text{Median} = 0,28$$

$$\begin{aligned} \text{Kuartil} &= ((60/2)+1)/2 \\ &= 15,50 \end{aligned}$$

$$Q1 = 0,21 \text{ (nilai kuartil 15,5, maka dipakai data ke 16 dari atas)}$$

$$Q3 = 0,35 \text{ (nilai kuartil 15,5, maka dipakai data ke 16 dari bawah)}$$

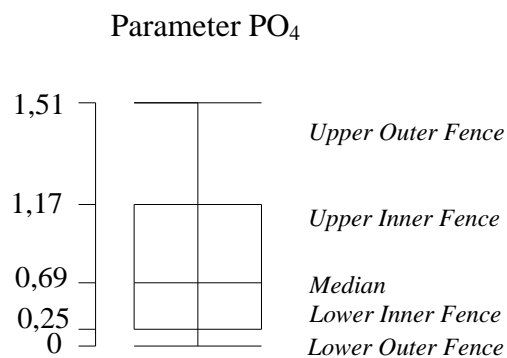
$$\begin{aligned} \text{IQR} &= Q3 - Q1 \\ &= 0,35 - 0,21 \\ &= 0,14 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lower Inner Fence} &= 0,21 - (1,5 \times 0,14) \\ &= 0,0025 \text{ (Mild Outlier)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Upper Inner Fence} &= 0,35 + (1,5 \times 0,14) \\ &= 0,56 \text{ (Mild Outlier)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lower Outer Fence} &= 0,21 - (3 \times 0,14) \\ &= -0,206 \text{ (Extreme Outlier)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Upper Outer Fence} &= 0,35 + (3 \times 0,14) \\ &= 0,76 \text{ (Extreme Outlier)} \end{aligned}$$

Gambar 4.11 *Box Plot* PO<sub>4</sub>

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Data (n)} &= 60 \\
 \text{Median} &= 0,69 \\
 \text{Kuartil} &= ((60/2)+1)/2 \\
 &= 15,50 \\
 \text{Q1} &= 0,59 \text{ (nilai kuartil 15,5, maka dipakai data ke 16 dari atas)} \\
 \text{Q3} &= 0,82 \text{ (nilai kuartil 15,5, maka dipakai data ke 16 dari bawah)} \\
 \text{IQR} &= \text{Q3} - \text{Q1} \\
 &= 0,82 - 0,59 \\
 &= 0,23 \\
 \text{Lower Inner Fence} &= 0,59 - (1,5 \times 0,23) \\
 &= 0,25 \text{ (Mild Outlier)} \\
 \text{UpperInner Fence} &= 0,59 + (1,5 \times 0,23) \\
 &= 1,17 \text{ (Mild Outlier)} \\
 \text{Lower OuterFence} &= 0,59 - (3 \times 0,23) \\
 &= -0,1 \text{ (Extreme Outlier)} \\
 \text{Upper OuterFence} &= 0,82 + (3 \times 0,23) \\
 &= 1,51 \text{ (Extreme Outlier)}
 \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian data ekstrim dengan menggunakan metode boxplot, disimpulkan bahwa data kualitas air sudah seragam dan tidak ada data yang berada diluar rentang *boxplot*.

#### 4.2. Segmentasi Sungai Musi Palembang

Penelitian ini akan menganalisis Sungai Musi dengan panjang kurang lebih 7,1 km dari hulu (Pulokerto) menuju hilir (PT.Badja Baru). Dalam hal ini, sungai dibagi menjadi 3 segmen dimulai dari hulu (kilometer 7,01) hingga ke hilir (kilometer 0,0). Segmentasi sungai ini dilakukan untuk keperluan pemodelan. Pembagian segmen ini didasarkan atas masukan dari anak sungai, adanya tempat untuk pengambilan sampel, belokan, perubahan dimensi sungai serta masukan dari sumber pencemar. Hal tersebut adalah dasar penentuan segmen sehingga didapatkan 3 segmen yang dapat dilihat pada gambar 4.1. Pengukuran elevasi menggunakan bantuan *google earth*. Pembagian segmen pada daerah penelitian secara detail dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 4.7. Segmentasi Sungai Musi Palembang

Segmen	Kilometer (dari Hilir)	Elevasi	
		Hulu (m)	Hilir (m)
Hulu Titik 1 - Titik 2	7,1 - 5,05	4,88	3,96

Segmen	Kilometer (dari Hilir)	Elevasi	
		Hulu (m)	Hilir (m)
Titik 2 - Titik 3	5,05 – 2,05	3,96	2,75
Titik 3 - Titik 4	2,05 - 0	2,75	2,15

Sumber : Hasil Pengamatan (2017)

### 1. Segmen Titik 1 – Titik 2 (2,05 km)

Segmen Titik 1 –Titik 2 ini merupakan segmen pertama dalam pembentukan model untuk Musi Palembang. Titik 1 (hulu) merupakan kawasan agrokultural. Sedangkan Titik 2 merupakan kawasan yang tidak begitu jauh dari outlet sebuah industri bernama PT. Hevea MK II. Jarak pada segmen 1-2 ini adalah 2,05 km. Segmen pertama ini dibagi berdasarkan adanya masukan anak sungai ke Sungai Musi dan juga adanya masukan limbah dari industri. Peta segmen titik 1 – Titik 2 dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.12 Reach 1

### 2. Segmen Titik 2 – Titik 3 (3,00 km)

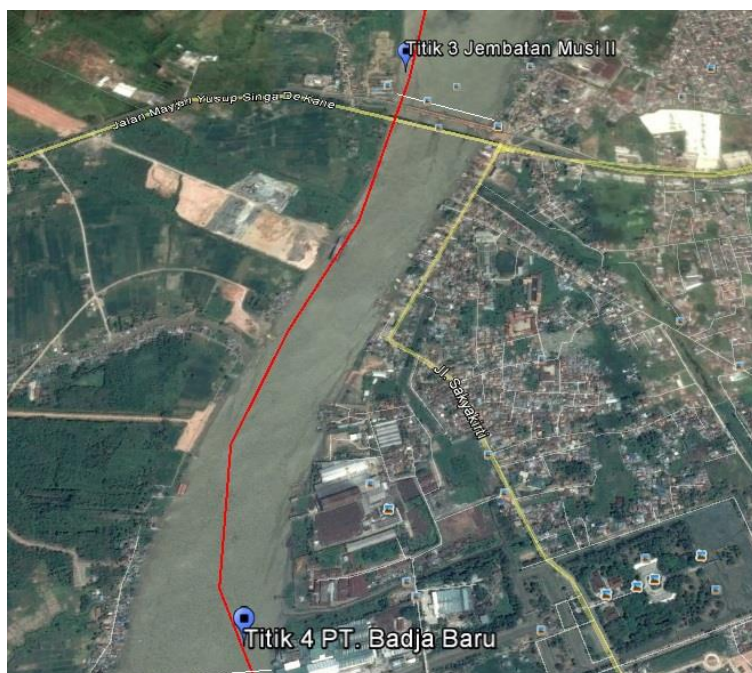
Segmen Titik 2 –Titik 3 ini merupakan segmen kedua dalam pembentukan model untuk Musi Palembang. Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, Titik 2 merupakan kawasan yang dipengaruhi oleh keluaran limbah industri (PT. Hevea MK II). Sedangkan Titik 3 adalah Jembatan Musi II, dimana pengambilan sampel mudah untuk dilakukan. Jarak pada segmen 2-3 ini adalah 3,00 km. Segmen kedua ini ditentukan berdasarkan adanya masukan limbah dari industri pada Titik 2 dan mudahnya akses pengambilan sampel kualitas air pada Titik 3. Peta segmen titik 1 – Titik 2 dapat dilihat pada Gambar 4.2.



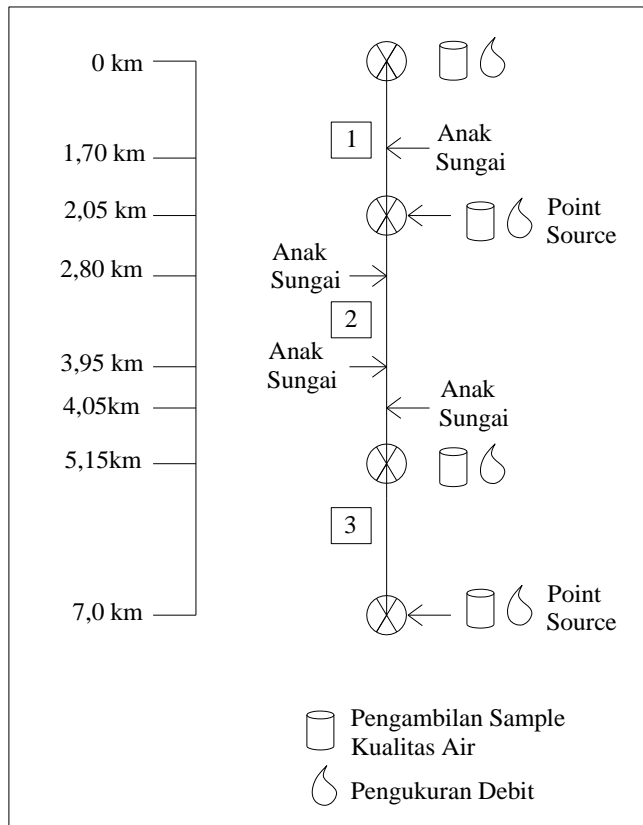
Gambar 4.13 Reach 2

### 3. Segmen Titik 3 – Titik 4 (2,05 km)

Segmen Titik 3 –Titik 4 ini merupakan segmen ketiga dalam pembentukan model untuk Musi Palembang. Titik 3 seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, adalah Jembatan Musi II dimana akses untuk pengambilan sampel mudah dilakukan. Sedangkan Titik 4 merupakan kawasan yang tidak begitu jauh dari outlet sebuah industri bernama PT. Badja Baru. Jarak pada segmen 3-4 ini adalah 2,05 km. Segmen ketiga ini dibagi berdasarkan mudahnya akses pengambilan sampel kualitas air pada Titik 3 dan juga adanya masukan limbah dari industri pada Titik 4. Peta segmen titik 1 – Titik 2 dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.14 Reach 3



Gambar 4.15 Sketsa detail segmen (*reach*)

#### 4.3. Pembentukan Model QUAL2Kw Versi 5.1

Tahap pembentukan model merupakan tahap setelah dilakukan pembagian segmen Sungai Musi Palembang, perhitungan hidrolis Sungai Musi, dan analisis kualitas air Sungai Musi. Data yang telah ada kemudian dimasukkan pada *worksheet* dalam program QUAL2Kw versi 5.1 sebagai langkah awal dalam pembentukan model. *Worksheet* pada QUAL2Kw memiliki perbedaan warna pada masing-masing *worksheet*. Perbedaan warna tersebut tentunya memberikan informasi yang berbeda untuk masing-masing *worksheet*, antara lain:

1. *Worksheet* biru : merupakan data dan parameter yang dibutuhkan untuk pembentukan model
2. *Worksheet* hijau : hasil data yang dikeluarkan oleh model QUAL2Kw
3. *Worksheet* kuning : data yang dikeluarkan sebagai grafis oleh model QUAL2Kw

Pada tiap lembar kerja (*worksheet*) terdapat tiga tombol yang berada di atas yang memiliki fungsi yang berbeda pula, antara lain:

1. *Open File*, tombol ini berfungsi untuk memungkinkan anda memilih sebuah data file. Program QUAL2Kw ini akan menghasilkan data yang mempunyai *extension* \*.q2k

2. *Run VBA*, tombol ini berfungsi untuk mengolah atau *running* pemodelan dalam versi VBA dan membuat data file yang menyimpan informasi yang dimasukkan. Untuk membuka data file kembali dapat menggunakan tombol *Open File*.
3. *Run Fortran*, tombol ini berfungsi untuk mengolah atau *running* pemodelan dalam versi fortran dan membuat data file yang menyimpan informasi yang dimasukkan. Hasil pengolahan versi fortran dan VBA akan sama(identik), perbedaannya hanya kecepatan proses pengolahan (*running*) data. Fortran cenderung lebih cepat dibandingkan dengan VBA karena merupakan *compiled executable program*.

Data yang dimasukan anatar lain data umum mengenai nama sungai, waktu pengambilan sampel dan lain sebagainya, data kualitas air di hulu (*headwater*), data segmen (*reach*), data pencemar tentu (*point sources*) dan data *diffuse sources (nonpoint sources)*, data hidrolis sungai (kecepatan, kedalaman dan debit sungai), data kualitas badan air sugai (pH, BOD, NH<sub>3</sub>-N, PO<sub>4</sub>, dan DO), lalu data pendukung seperti data tutupan awan, kecepatan angin, dan temperatur embun. Dalam pembuatan model , sumber pencemar *nonpoint source* merupakan air limbah yang berasal dari industri, dimana saluran pembuangnya keluar langsung menuju Sungai Musi. Parameter kualitas sungai yang akan diukur dan dimodelkan harus sesuai dengan parameter yang ada di dalam program QUAL2Kw, dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.8 Parameter Kualitas Air dalam Program QUAL2Kw

No	Nama Parameter	Nama Parameter dalam QUAL2Kw
1	pH	<i>pH</i>
2	Temperatur (°C)	<i>Temperature (°C)</i>
3	DO (mg/L)	<i>Dissolved Oxygen (mg/L)</i>
4	BOD <sub>5</sub> (mg/L)	<i>CBOD fast (mg/L)</i>
5	COD (mg/L)	<i>Generic Constituent (mg/L)</i>
6	TSS (mg/L)	<i>ISS (mg/L)</i>
7	NH <sub>3</sub> -N(mg/L)	<i>NH<sub>4</sub> (µg/L)</i>
8	PO <sub>4</sub> (mg/L)	<i>Inorganic P (µg/L)</i>
9	NO <sub>3</sub> (mg/L)	<i>NO<sub>3</sub> (µg/L)</i>
10	Total Coliform	<i>Pathogen</i>

Sumber: *Hasil Analisa (2017)*

#### 4.4 Kalibrasi Model

##### 4.4.1. Kalibrasi Model Debit

Sebelum melakukan simulasi skenario, model yang sudah dibangun perlu dikalibrasi. Kalibrasi model dilakukan adar data model mendekati data input yang telah dimasukan ke dalam program karena adanya perbedaan waktu dan variasi data. Kalibrasi model dibagi menjadi 2 yaitu kalibrasi data hidrolis dan kalibrasi data kualitas air.

Kalibrasi data hidrolik dilakukan dengan memasukan data-data Sungai Musi (Pulokerto – PT. Badja Baru) ke dalam *worksheet* QUAL2Kw, *headwater*, *reach*, *point sources* (data hidrolik), *diffuse sources* (data hidrolik, *hydraulics data*, dan *temperature data*. Setelah data diinput selanjutnya klik “*Run VBA*” untuk running dan dapat dilakukan *trial and error* agar model yang terbentuk dari parameter hidrolik sesuai dengan data yang diinput.

Dalam melakukan *trial and error* untuk dara hidrolik, data yang diubah berbeda-beda. Model kecepatan dan kedalaman Sungai Musi Palembang dilakukan kalibrasi dengan mengubah nilai pada *worksheet reach*. Dimana pada *worksheet* tersebut dilakukan *trial and error* pada kolom *manning formula*. Model debit sungai dipengaruhi oleh data debit masuk maupun debit keluar ke Sungai Musi yang dimasukkan dalam *worksheet point sources* dan *diffuse sources*. Dalam melakukan kalibrasi model debit sungai, dilakukan *trial and error* pada *worksheet diffuse source*.

Pada *worksheet reach* terdapat data koordinat, jarak, elevasi, dan *hydraulic model*. Dalam kolom *hydraulic model* terdapat kolom *weir*, kolom *rating curves* dan *manning formula*. Kolom *weir* diisi apabila terdapat terjunan dalam sebuah sungai, namun pada Kalimas tidak terdapat terjunan, sehingga kolom *weir* tidak perlu diisi. Kolom *rating curves* dan *manning formula* merupakan kolom untuk menentukan perhitungan pada kecepatan dan kedalaman sungai. Kedua model tidak harus diisi keduanya, namun dipilih salah satu model. Model yang dipilih adalah *manning formula*, hal ini disebabkan nilai dalam *manning formula* lebih mudah digunakan untuk pemodelan sungai dalam penginputan data. Didalam kolom *manning formula* terdapat data *slope* sungai, koefisien manning, dan lebar sungai.

Data ordinat, *slope*, *manning*, dan lebar sungai Musi ruas Pulokerto – PT. Badja Baru dapat dilihat pada tabel 4.6 sedangkan data hidrolik Sungai Musi dimasukan ke *worksheet hydraulics data* yang berisikan data debit, kedalaman, dan kecepatan, dapat dilihat pada Tabel 4.7 berikut ini :

Tabel 4.9 Lembar Kerja (*worksheet*) *reach*

Downstream						Manning Formula		
Latitude			Longitude			Channel	Manning	Bot Width
Degrees	Minutes	Seconds	Degrees	Minutes	Seconds	Slope	n	m
3.00	1	51.63	104.00	40	41.95	0.0004463	0.0811	419.00
3.00	1	5.34	104.00	41	35.65	0.0004463	0.0800	464.00
3.00	1	9.89	104.00	43	9.14	0.0004067	0.0210	330.00
3.00	1	24.42	104.00	44	16.06	0.0002976	0.0180	279.00

Sumber : *QUAL2Kw Versi 5.1*

Tabel 4.10 Lembar Kerja (*worksheet*) *hydraulics data*

Distance	Q-data	H-data	U-data	Travel time
x(km)	m <sup>3</sup> /s	m	m/s	data (d)
7.100	4337.490	6.000	1.680	0.210
5.050	3984.150	6.150	1.420	0.250
2.050	4952.710	6.280	2.070	0.300
0.000	2156.060	6.470	1.860	0.350

Sumber : *QUAL2Kw Versi 5.1*

#### 4.4.2. Kalibrasi Model Kualitas Air

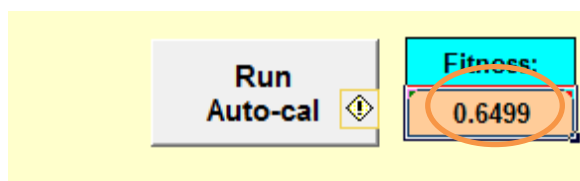
Setelah model kalibrasi data hidrolis sudah sesuai dengan data yang diinginkan, maka selanjutnya dilakukan kalibrasi data kualitas air sungai pada setiap segmen. Dalam kalibrasi kualitas air, data yang sudah diinput ke dalam *worksheet WQ data*, *point sources*, *diffuse sources*, dan data pendukung seperti *air temperature*, *dew point temperature*, *wind speed*, *cloud cover*, *shade*, dan *solar*.

Dalam kalibrasi data kualitas air sungai, maka data yang akan diubah-ubah nilainya adalah data pada *worksheet reach rates*. Dimana pada worksheet tersebut dilakukan trial and error pada koefisien tiap parameter. Rentang nilai koefisien tiap parameter dapat dilihat pada tabel 4.6. Rentang koefisien tersebut merupakan angka yang sesuai untuk sungai pada negara 4 musim. Oleh sebabnya, kalibrasi diperlukan untuk menyesuaikan koefisien yang sesuai untuk Sungai Musi Palembang. Dalam melakukan kalibrasi ini terdapat kemungkinan nilai koefisien berada diluar rentang pada tabel dibawah, karena kondisi tiap sungai akan berbeda

Tabel 4.11. Nilai Koefisien Kalibrasi

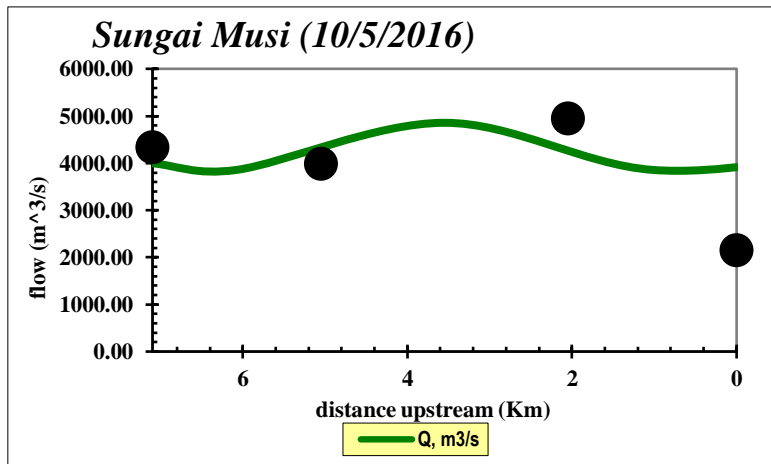
Nama Koefisien	Satuan	Rentang Nilai
Reaeration	day <sup>-1</sup>	0,02 – 3,4
ISS Settling Velocity	m/day	0 – 2
CBOD Oxidation Rate	day <sup>-1</sup>	0,02 – 4,2
NH <sub>4</sub> Nitrification Rate	day <sup>-1</sup>	0 – 10
NO <sub>3</sub> Denitrification Rate	day <sup>-1</sup>	0 – 2
NO <sub>3</sub> Sed. Denitri Transfer Coeff.	day <sup>-1</sup>	0 – 1
PO <sub>4</sub> Settling Velocity	m/day	0 – 2

Sumber : *Kannel 2007 dan Brown 1987*

Gambar 4.16 Nilai *Fitness* yang didapat



Nilai *fitness* adalah nilai control yang dihasilkan ketika program QUAL2Kw selesai di *running*. Nilai *fitness* yang baik ada pada rentan 0 sampai dengan 1. Apabila lebih dari itu, kemungkinan ada kesalahan pada input data sehingga membuat nilai *fitness* lebih dari 1. Dan pada kalibrasi penelitian ini didapatkan nilai *fitness* sebesar 0,6499. Hasil kalibrasi hidrolis dapat di lihat pada gambar berikut :

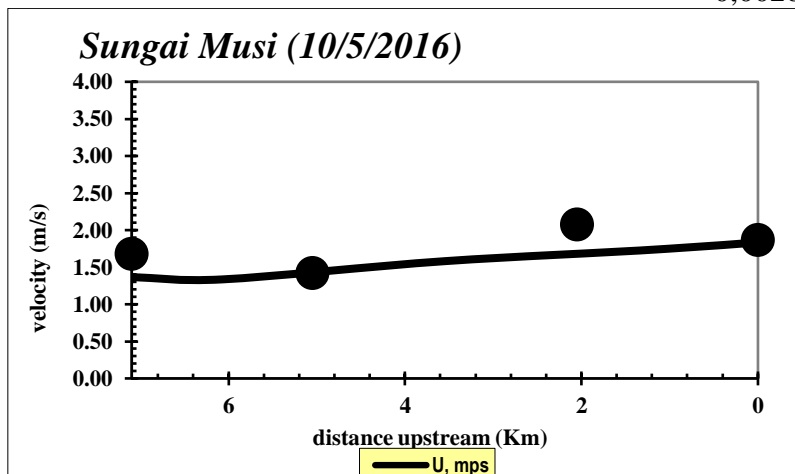


Gambar 4.17 Perbandingan model dan data debit aliran sungai

Sumber : Hasil Running QUAL2Kw

Tren data pada grafik diatas ditunjukkan dengan titik, dan tren model ditunjukkan dengan garis. Dapat dilihat bahwa tren model debit hasil *running* QUAL2Kw dinilai telah serupa dengan tren data debit yang ada. Tren garis yang merupakan *output* dari hasil kalibrasi terlihat agak berjauhan dengan tren data. Halini dimungkinkan karena kalibrasi yang dilakukan oleh QUAL2Kw memperhitungkan data hidrolis,  *Manning*, kecepatan angin, dan tutupan awan yang di *input* pada *worksheet reach*. Kesalahan relatif pada perbandingan data model dan data sekunder adalah :

$$\frac{\text{Data Sekunder} - \text{Data Model}}{\text{Data Model}} \times 100\% = \frac{4337,49 - 4325}{4325} \times 100\% = 0,0028$$

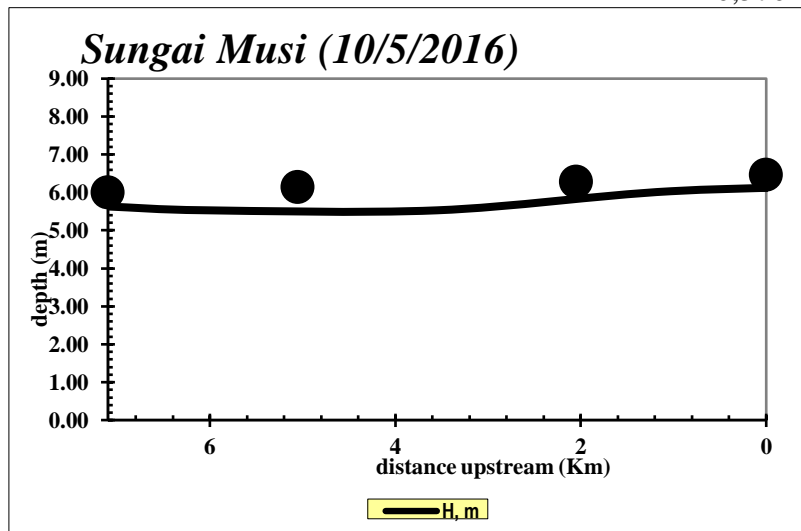


Gambar 4.18 Perbandingan model dan data kecepatan aliran sungai

Sumber : Hasil Running QUAL2Kw

Tren data pada grafik diatas ditunjukkan dengan titik, dan tren model ditunjukkan dengan garis. Dapat dilihat bahwa tren model kecepatan aliran hasil *running* QUAL2Kw sudah serupa dengan tren data kecepatan aliran yang ada. Kesalahan relatif pada perbandingan data model dan data sekunder adalah :

$$\frac{\text{Data Sekunder} - \text{Data Model}}{\text{Data Model}} \times 100\% = \frac{1,68 - 1,07}{1,07} \times 100\% = 0,570$$



Gambar 4.19 Perbandingan model dan data kedalaman sungai

Sumber : Hasil Running QUAL2Kw

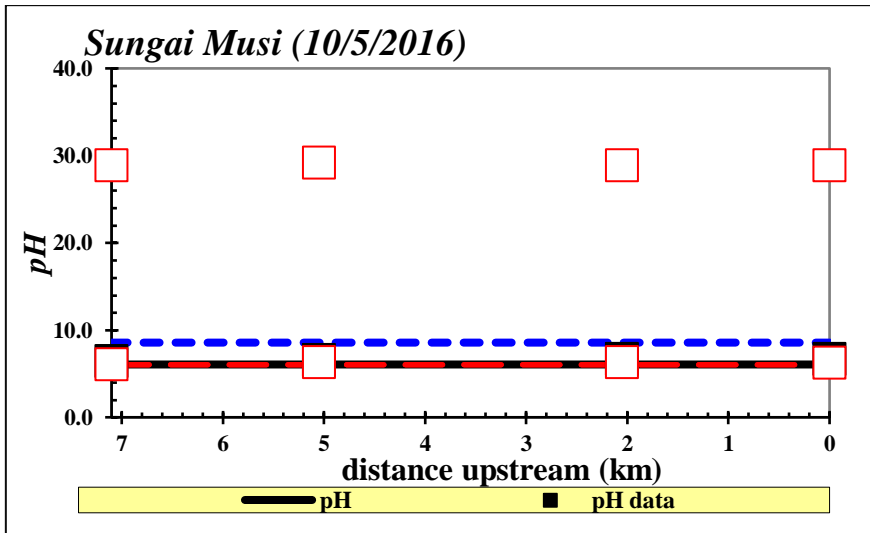
Tren data pada grafik diatas ditunjukkan dengan titik, dan tren model ditunjukkan dengan garis. Dapat dilihat bahwa tren model kedalaman hasil *running* QUAL2Kw sudah serupa dengan tren data kedalaman sungai yang ada. Kesalahan relatif pada perbandingan data model dan data sekunder adalah :

$$\frac{\text{Data Sekunder} - \text{Data Model}}{\text{Data Model}} \times 100\% = \frac{8,63 - 6}{6} \times 100\% = 0,438$$

## 4.5. Simulasi Kualitas Air

### 4.5.1. Simulasi 1

Pada simulasi 1 ini bertujuan untuk mengkalibrasi data kualitas air agar dapat digunakan untuk simulasi yang lainnya. Hasil simulasi ini didapatkan beberapa parameter seperti pH, DO, BOD, NH<sub>3</sub>-N, dan Phospat, dengan berbagai keadaan, ada yang melebihi baku mutu, adapun yang tidak. Dalam melakukan simulasi 1 ini dilakukan trial and error, untuk kalibrasi data kualitas air pada *worksheet reach rates*.

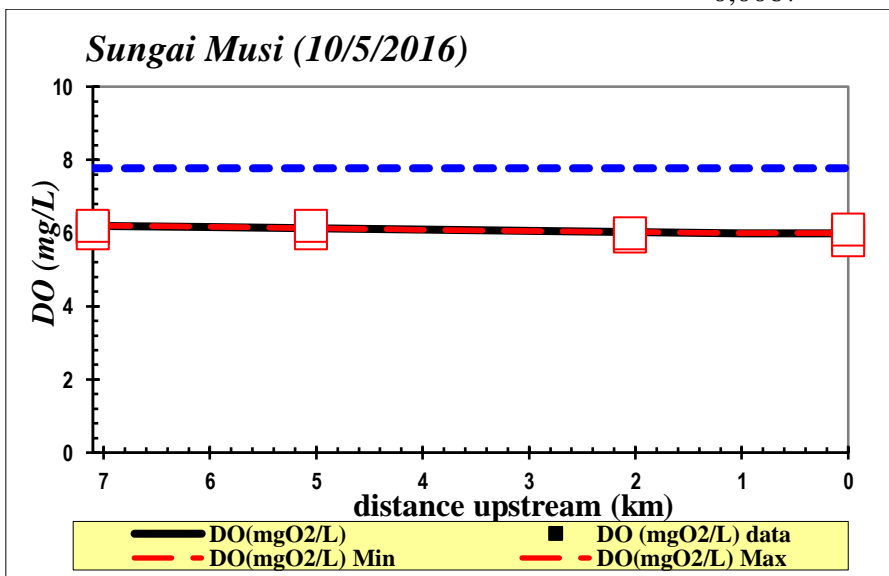


Gambar 4.20 Perbandingan model dan data *pH*

Sumber : Hasil Running *QUAL2Kw*

Berdasarkan hasil dari simulasi 1, dapat dilihat bahwa tren model *pH* hasil *running QUAL2Kw* sudah serupa dengan tren data *pH* yang ada. Nilai *pH* cenderung tidak mengalami banyak perubahan pada kalibrasi ini karena memang tiap titiknya nilai *pH* tidak begitu berbeda. Kesalahan relatif pada perbandingan data model dan data sekunder adalah :

$$\frac{\text{Data Sekunder} - \text{Data Model}}{\text{Data Model}} \times 100\% = \frac{6,47 - 6,06}{6,06} \times 100\% = 0,0067$$



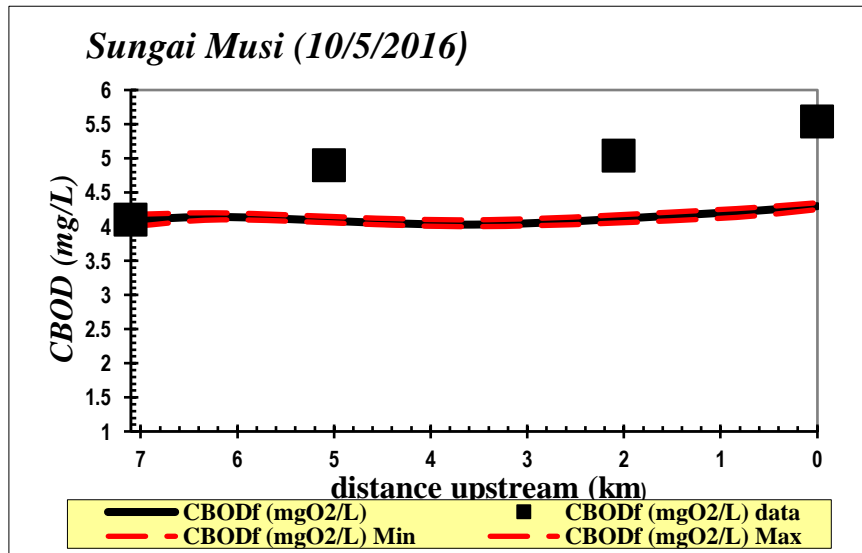
Gambar 4.21 Perbandingan model dan data *Dissolved Oxygen (DO)*

Sumber : Hasil Running *QUAL2Kw*

Berdasarkan hasil dari simulasi 1, dapat dilihat bahwa tren model *DO* hasil *running QUAL2Kw* sudah serupa dengan tren data *DO* yang ada. Nilai *DO* semakin ke

hilir cenderung semakin turun . Kesalahan relatif pada perbandingan data model dan data sekunder adalah :

$$\frac{\text{Data Sekunder} - \text{Data Model}}{\text{Data Model}} \times 100\% = \frac{6,20 - 6,14}{6,14} \times 100\% = 0,009$$

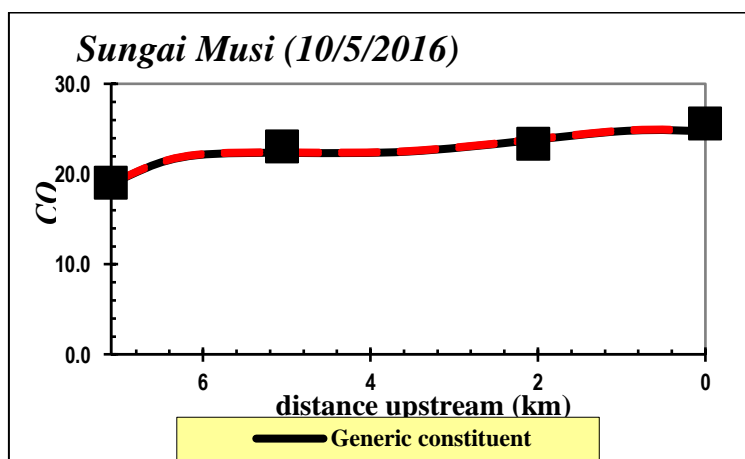


Gambar 4.22 Perbandingan model dan data *Biological Oxygen Demand (BOD<sub>5</sub>)*

Sumber : Hasil Running QUAL2Kw

Berdasarkan hasil dari simulasi 1, dapat dilihat bahwa tren model kedalaman hasil *running* QUAL2Kw sudah serupa dengan tren data kedalaman sungai yang ada. Nilai BOD<sub>5</sub> semakin ke hilir cenderung semakin naik. Kondisi ini sudah sesuai karena nilai DO semakin ke hilir cenderung turun. Kesalahan relatif pada perbandingan data model dan data sekunder adalah :

$$\frac{\text{Data Sekunder} - \text{Data Model}}{\text{Data Model}} \times 100\% = \frac{4,50 - 4,10}{4,10} \times 100\% = 0,0975$$

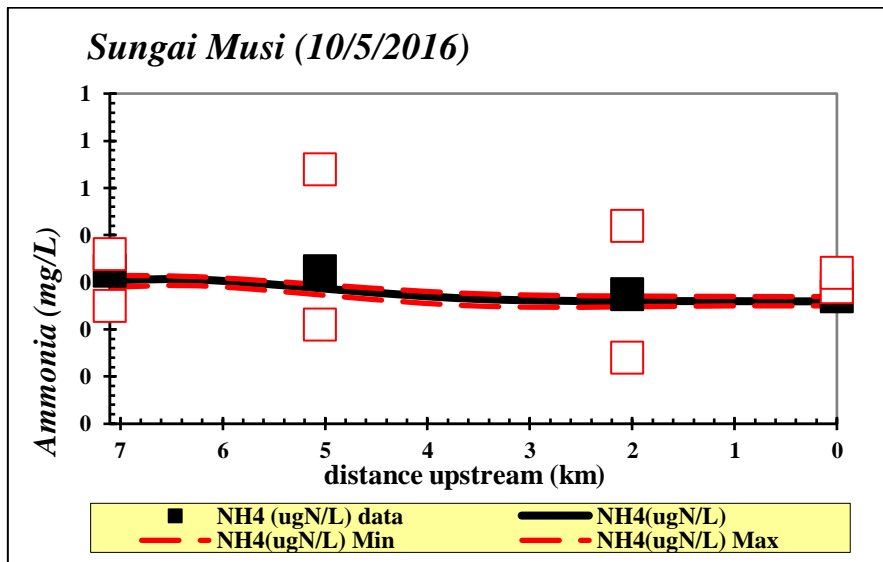


Gambar 4.23 Perbandingan model dan data *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Sumber : Hasil Running QUAL2Kw

Hasil simulasi 1 pada parameter COD sudah sesuai dengan tren yang diinginkan. Nilai COD semakin ke hilir berangsur naik dikarenakan semakin ke hilir terdapat *effluent* limbah industri dan domestik. Kesalahan relatif pada perbandingan data model dan data sekunder adalah :

$$\frac{\text{Data Sekunder} - \text{Data Model}}{\text{Data Model}} \times 100\% = \frac{22,48 - 19,03}{19,03} \times 100\% = 0,181$$

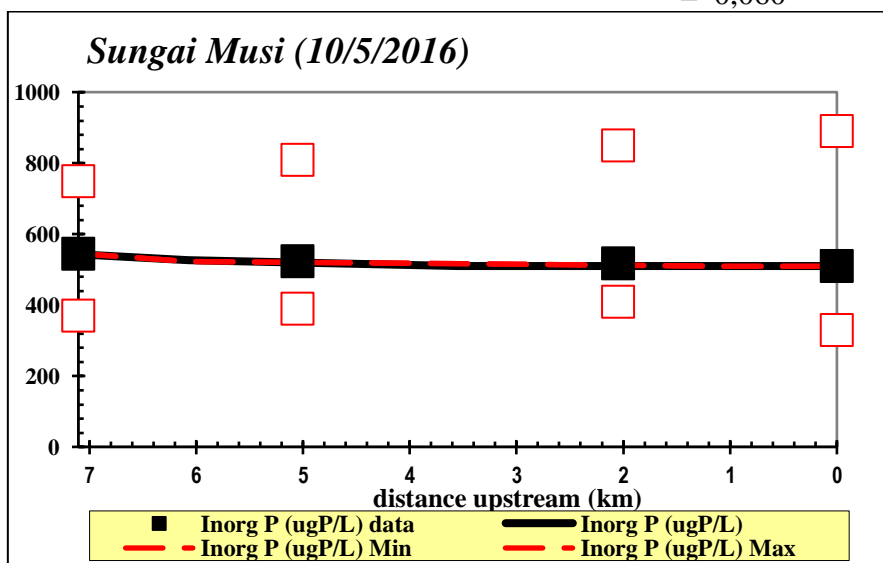


Gambar 4.24 Perbandingan model dan data  $NH_3-N$

Sumber : Hasil Running QUAL2Kw

Berdasarkan hasil dari simulasi 1, dapat dilihat bahwa tren model  $NH_3-N$  hasil *running* QUAL2Kw sudah serupa dengan tren data  $NH_3-N$  yang ada. Kesalahan relatif pada perbandingan data model dan data sekunder adalah :

$$\frac{\text{Data Sekunder} - \text{Data Model}}{\text{Data Model}} \times 100\% = \frac{0,35 - 0,33}{0,33} \times 100\% = 0,060$$



Gambar 4.25 Perbandingan model dan data *Phospat* ( $PO_4$ )

Sumber : *Hasil Running QUAL2Kw*

Berdasarkan hasil dari simulasi 1, dapat dilihat bahwa tren model Phospat hasil *running QUAL2Kw* sudah serupa dengan tren data Phospat yang ada. Nilai phospat semakin menurun menuju hilir dikarenakan semakin jauh dari kawasan agrokultural. Kesalahan relatif pada perbandingan data model dan data sekunder adalah :

$$\frac{\text{Data Sekunder} - \text{Data Model}}{\text{Data Model}} \times 100\% = \frac{0,56 - 0,51}{0,51} \times 100\% = 0,098$$

#### 4.5.2. Simulasi 2

Simulasi 2 merupakan kondisi dimana dilakukan *trial and error* pada *point source* hingga nilai kualitas air di hilir sesuai dengan batas baku mutu air kelas II. Baku mutu yang di pakai adalah Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001. Pada simulasi ini, *nonpoint source (diffuse source)* dikondisikan dengan kadar maksimum sesuai dengan baku mutu air limbah domestik berdasarkan peraputan pemerintah no. 68 tahun 2016 seperti pada tabel 4.9 sebagai berikut :

Tabel 4.12 Baku Mutu Air Limbah Domestik

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6 – 9
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100
Amoniak	mg/L	10

Sumber : *Menteri Lingkungan Hidup (2016)*

#### Perhitungan Debit Pencemar *Nonpoint Source (Diffuse Source)* Segmen 2.1

##### A. Rumah Penduduk

Jumlah rumah penduduk = 426

Asumsi setiap rumah terdiri dari 5 orang/rumah (Sagara, 2013)

Kebutuhan air Kota Palembang = 185 l/hari/orang

Maka, debit kebutuhan air bersih dari rumah penduduk pada segmen 2.1

$$\begin{aligned} &= 426 \times 5 \times 185 \text{ l/hari/orang} \\ &= 394050 \text{ l/hari} \\ &= 0,005 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Menurut Sagara (2013), air limbah domestik merupakan 75% dari debit kebutuhan air bersih, maka debit air limbah dari rumah penduduk pada segmen 2.1 adalah :

$$\begin{aligned} &= 0,005 \text{ m}^3/\text{detik} \times 75\% \\ &= 0,0037 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Tabel 4.13 Perhitungan Debit Limbah Domestik Rumah Penduduk

Segmen	Jumlah Penduduk	Debit (m <sup>3</sup> /detik)
2.1	426	0.0046
2.2	225	0.0024
2.3	288	0.0031
2.4	200	0.0021
2.5	120	0.0013
2.6	198	0.0021
3.1	120	0.0013
3.2	126	0.0013
3.3	240	0.0026

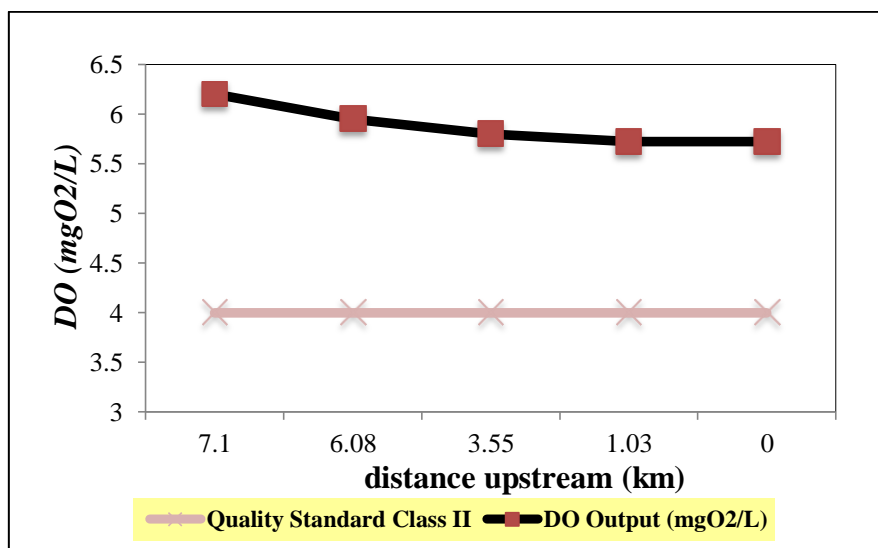
Sumber : Hasil Perhitungan (2017)

Profil kualitas air sungai dapat dilihat pada Gambar 4.15 hingga Gambar 4.17. profil kualitas ini sengaja dibuat memenuhi baku mutu. Asumsi yang dibuat adalah besarnya beban pencemaran. Hasil simulasi ini dapat digunakan untuk perhitungan daya tampung beban pencemaran, yaitu besarnya beban yang boleh dibuang ke sungai tanpa menyebabkan air sungai tercemar (tidak melampaui baku mutu).

Tabel 4.14. Perbandingan Hasil Simulasi 2 dengan Baku Mutu Air kelas II Parameter DO

No.	Segmen	X (km)	DO Output (mgO <sub>2</sub> /L)	Baku Mutu Kelas II
1	Pulokerto (hulu)	7.1	6.2	4
2	Pulokerto – PT. Hevea MK II	6.08	5.95	4
3	PT. Hevea MK II – Musi II	3.55	5.8	4
4	Musi II – PT. Badja Baru	1.03	5.72	4
5	PT. Badja Baru (hilir)	0	5.72	4

Sumber : Hasil Running QUAL2Kw



Gambar 4.26 Profil kualitas air Sungai Musi Parameter DO Simulasi 2

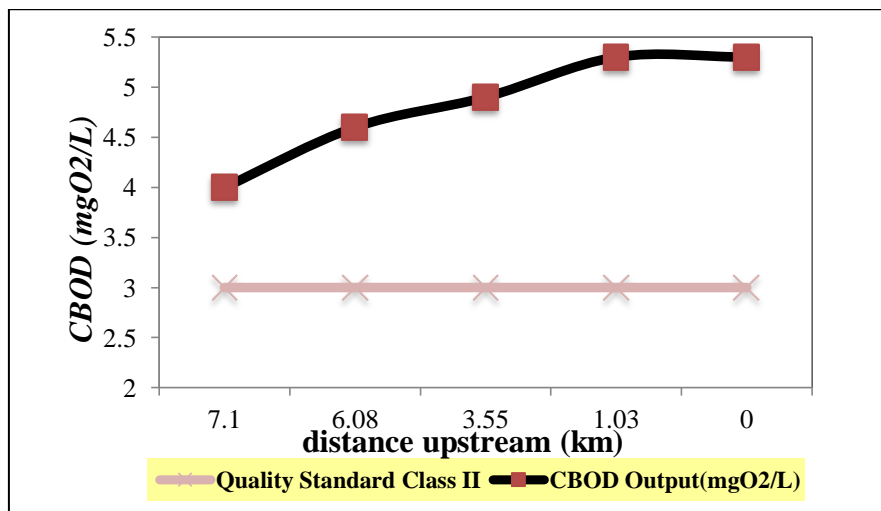
Sumber : Hasil Running QUAL2Kw

Berdasarkan hasil dari simulasi 2, dapat dilihat bahwa nilai DO cukup tinggi. Artinya masih banyak kandungan oksigen pada perairan sungai Musi titik Pulokerto sampai dengan PT. Badja Baru. Nilai DO cenderung turun dari titik ke 2 sampai titik ke 4, dimana dari titik ke 2 mulai ada buangan limbah dari 2 industri besar karet remah.

Tabel 4.15. Perbandingan Hasil Simulasi 2 dengan Baku Mutu Air kelas II Parameter BOD<sub>5</sub>

No.	Segmen	X (km)	CBOD Output(mgO <sub>2</sub> /L)	Baku Mutu Kelas II
1	Pulokerto (hulu)	7.1	4	3
2	Pulokerto – PT. Hevea MK II	6.08	4.6	3
3	PT. Hevea MK II – Musi II	3.55	4.9	3
4	Musi II – PT. Badja Baru	1.03	5.3	3
5	PT. Badja Baru (hilir)	0	5.3	3

Sumber : Hasil Running QUAL2Kw



Gambar 4.27 Profil kualitas air Sungai Musi Parameter BOD<sub>5</sub> Simulasi 2

Sumber : Hasil Running QUAL2Kw

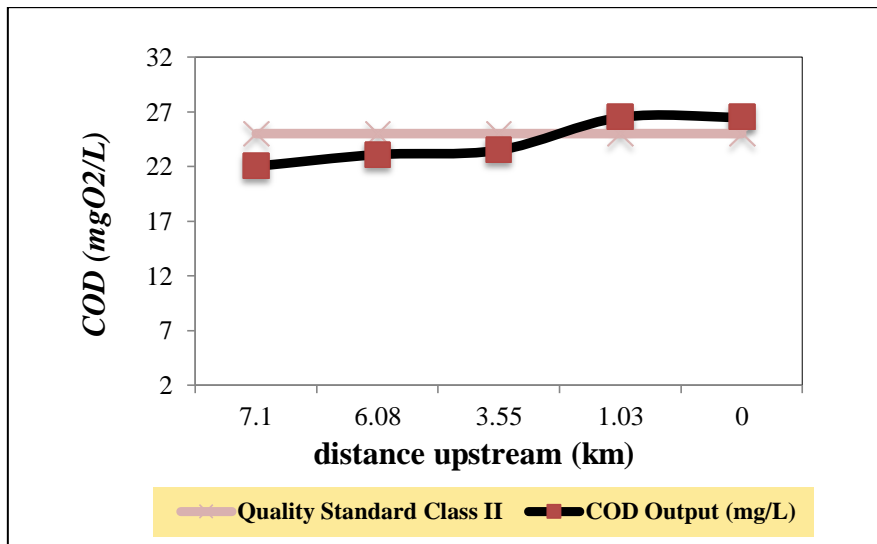
Berdasarkan hasil dari simulasi 2, dapat dilihat bahwa nilai BOD<sub>5</sub> masih berada di atas baku mutu. Nilai BOD<sub>5</sub> juga semakin tinggi menuju hilir, maka kondisi ini sudah sesuai dengan keadaan DO sebelumnya yang semakin rendah menuju hilir. Pada simulasi 2 ini beban buangan limbah di kondisikan penuh, maka nilai meningkatnya nilai BOD<sub>5</sub> terbilang cukup signifikan disbanding pada simulasi 1.

Tabel 4.16. Perbandingan Hasil Simulasi 2 dengan Baku Mutu Air kelas II Parameter COD

No.	Segmen	X (km)	COD Output (mg/L)	Baku Mutu Kelas II
1	Pulokerto (hulu)	7.1	22.03	25
2	Pulokerto – PT. Hevea MK II	6.08	23.1	25
3	PT. Hevea MK II – Musi II	3.55	23.5	25
4	Musi II – PT. Badja Baru	1.03	26.5	25
5	PT. Badja Baru (hilir)	0	26.5	25

Sumber : Hasil Running QUAL2Kw





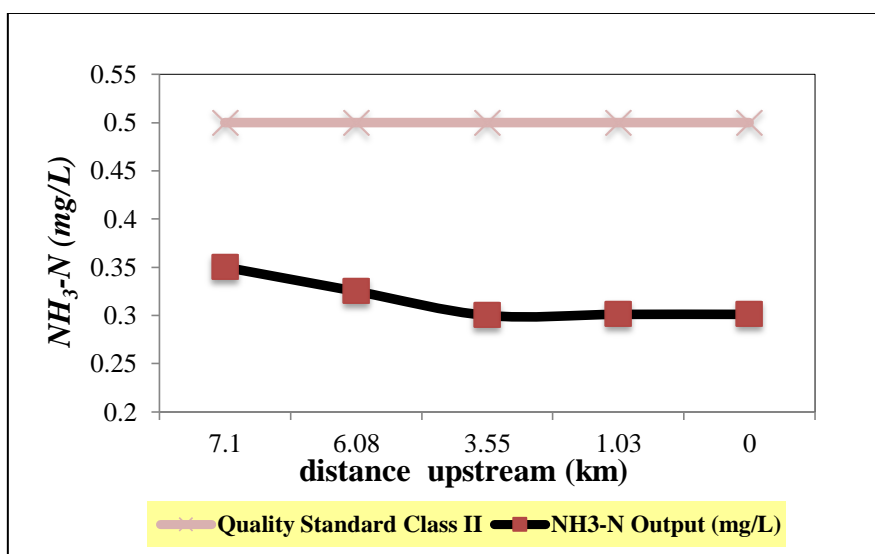
Gambar 4.28 Profil kualitas air Sungai Musi Parameter COD Simulasi 2  
Sumber : Hasil Running QUAL2Kw

Hasil dari simulasi 2 pada parameter COD menunjukkan bahwa terjadi kenaikan nilai kualitas air sehingga Nampak pada segmen 2 menuju ke segmen 3, nilai COD berada di atas baku muku air kelas II. Artinya setelah di masukan point source, akan memberi pengaruh pada kenaikan nilai COD.

Tabel 4.17. Perbandingan Hasil Simulasi 2 dengan Baku Mutu Air kelas II Parameter  $\text{NH}_3\text{-N}$

No.	Segmen	X (km)	$\text{NH}_3\text{-N}$ Output (mg/L)	Baku Mutu Kelas II
1	Pulokerto (hulu)	7.1	0.35	0.5
2	Pulokerto – PT. Hevea MK II	6.08	0.325	0.5
3	PT. Hevea MK II – Musi II	3.55	0.3	0.5
4	Musi II – PT. Badja Baru	1.03	0.3011	0.5
5	PT. Badja Baru (hilir)	0	0.3011	0.5

Sumber : Hasil Running QUAL2Kw



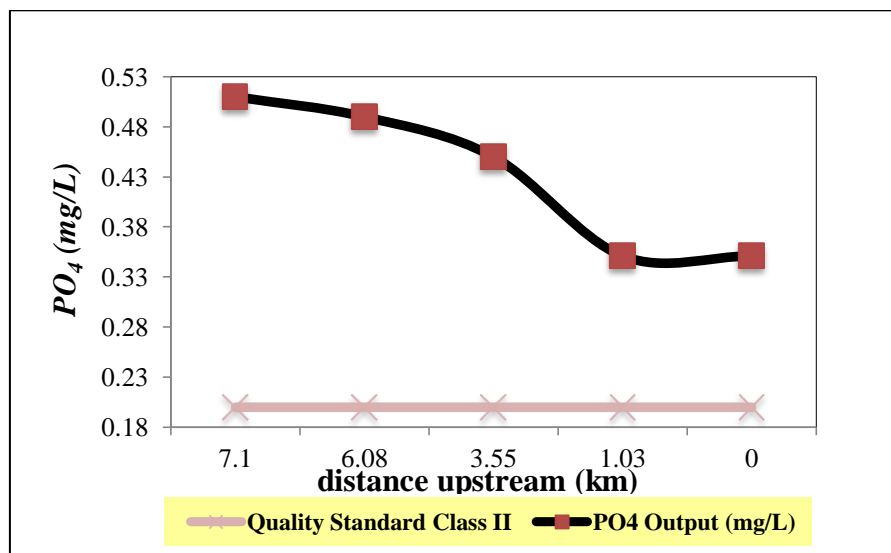
Gambar 4.29 Profil kualitas air Sungai Musi Parameter  $\text{NH}_3\text{-N}$  Simulasi 2  
Sumber : Hasil Running QUAL2Kw

Berdasarkan hasil dari simulasi 2, dapat dilihat bahwa nilai  $\text{NH}_3\text{-N}$  berada di bawah nilai baku mutu.  $\text{NH}_3\text{-N}$  atau biasa disebut ammonia nitrogen adalah suatu parameter yang dapat menjadi indikator banyaknya buangan yang dikeluarkan ikan pada suatu perairan melalaui insang atau urinenya. Artinya, keluaran yang dihasilkan perikanan yang ada di rentan Pulokerto – PT. Badja Baru masih terbilang tidak begitu tinggi karena masih ada di bawah nilai baku mutu.

Tabel 4.18. Perbandingan Hasil Simulasi 2 dengan Baku Mutu Air kelas II Parameter  $\text{PO}_4$

No.	Segmen	X (km)	$\text{PO}_4$ Output (mg/L)	Baku Mutu Kelas II
1	Pulokerto (hulu)	7.1	0.51	0.2
2	Pulokerto – PT. Hevea MK II	6.08	0.49	0.2
3	PT. Hevea MK II – Musi II	3.55	0.45	0.2
4	Musi II – PT. Badja Baru	1.03	0.351	0.2
5	PT. Badja Baru (hilir)	0	0.351	0.2

Sumber : Hasil Running *QUAL2Kw*



Gambar 4.30 Profil kualitas air Sungai Musi Parameter  $\text{PO}_4$  Simulasi 2

Sumber : Hasil Running *QUAL2Kw*

Berdasarkan hasil dari simulasi 2, dapat dilihat bahwa nilai  $\text{PO}_4$  berada di atas baku mutu. Nilai phospat tertinggi masih ada di titik pertama, yaitu titik Pulokerto dimana kawasan tersebut memang di dominasi oleh perkebunan dan pertanian.

#### 4.5.3. Simulasi 3

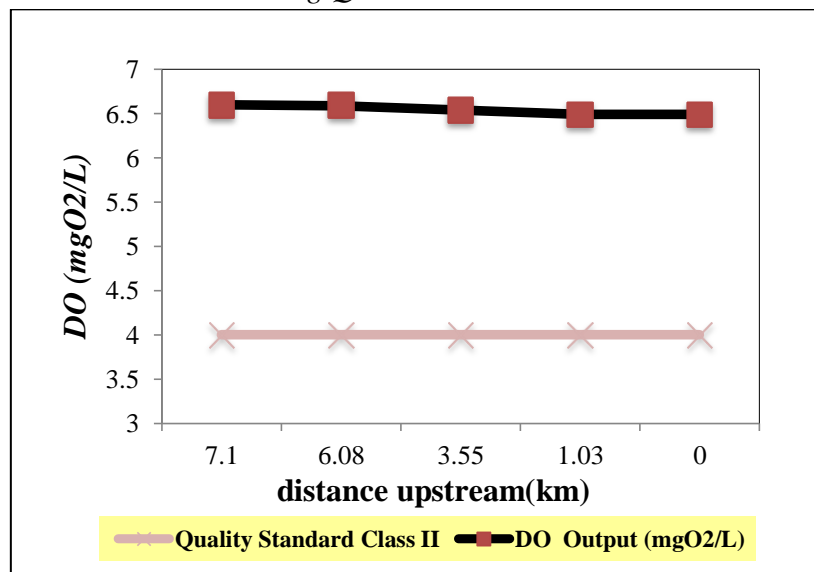
Simulasi 3 ini dilakukan dengan menghilangkan beban pencemar (*point source*), dan data di hulu (*headwater*) sesuai baku mutu kelas II. Demikian pula kualitas non-point source dianggap baik, sama dengan baku mutu air limbah. Dalam kondisi tanpa masuka beban pencemaran ini, dapat diketahui besarnya selisih beban pencemaran sungai minimum dengan beban pencemaran maksimum sesuai baku mutu.

Hasil simulasi 3 dapat dilihat pada Gambar 4.31 hingga Gambar 4.35. hasil simulasi menunjukkan bahwa dihilangkannya sumber pencemaran di sepanjang sungai, kualitas air telah memenuhi baku mutu di semua segmen.

Tabel 4.19 Perbandingan Hasil Simulasi 3 dengan Baku Mutu Air Kelas II Parameter DO

No.	Segmen	X (km)	DO Output (mgO <sub>2</sub> /L)	Baku Mutu Kelas II
1	Pulokerto (hulu)	7.1	6.6	4
2	Pulokerto – PT. Hevea MK II	6.08	6.59	4
3	PT. Hevea MK II – Musi II	3.55	6.54	4
4	Musi II – PT. Badja Baru	1.03	6.49	4
5	PT. Badja Baru (hilir)	0	6.49	4

Sumber : Hasil Running QUAL2Kw



Gambar 4.31 Profil kualitas air Sungai Musi Parameter DO Simulasi 3

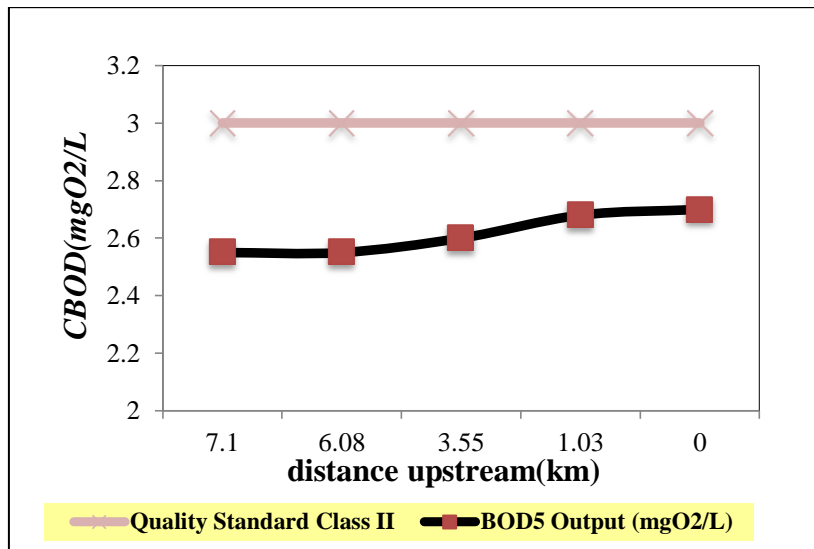
Sumber : Hasil Running QUAL2Kw

Berdasarkan hasil dari simulasi 3, dapat dilihat bahwa nilai DO berada di atas baku mutu. Nilai DO cenderung tidak banyak mengalami kenaikan ataupun penurunan yang signifikan. Pada simulasi 3 ini di kondisikan beban buangan limbah dianggap tidak ada yang masuk ke badan sungai. Maka nilai DO jadi cenderung konstan.

Tabel 4.20 Perbandingan Hasil Simulasi 3 dengan Baku Mutu Air Kelas II Parameter BOD<sub>5</sub>

No.	Segmen	X (km)	BOD <sub>5</sub> Output (mgO <sub>2</sub> /L)	Baku Mutu Kelas II
1	Pulokerto (hulu)	7.1	2.55	3
2	Pulokerto – PT. Hevea MK II	6.08	2.55	3
3	PT. Hevea MK II – Musi II	3.55	2.6	3
4	Musi II – PT. Badja Baru	1.03	2.68	3
5	PT. Badja Baru (hilir)	0	2.7	3

Sumber : Hasil Running QUAL2Kw



Gambar 4.32 Profil kualitas air Sungai Musi Parameter BOD<sub>5</sub> Simulasi 3

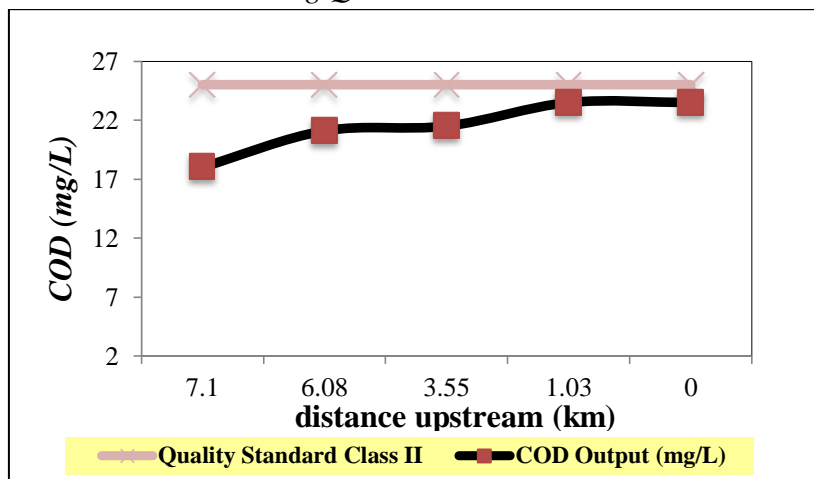
Sumber : Hasil Running QUAL2Kw

Berdasarkan hasil dari simulasi 3, dapat dilihat bahwa nilai BOD<sub>5</sub> berada di bawah baku mutu. Kondisi ini berbeda jika dibandingkan dengan kondisi BOD<sub>5</sub> pada simulasi 2 yang secara keseluruhan nilainya berada di atas baku mutu. Hal ini dikarenakan pengaruh pengosongan beban buangan limbah yang masuk pada badan sungai, sehingga kondisi BOD<sub>5</sub> pada simulasi 3 ini lebih baik dibandingkan dengan kondisi pada simulasi 2.

Tabel 4.21 Perbandingan Hasil Simulasi 3 dengan Baku Mutu Air Kelas II Parameter COD

No.	Segmen	X (km)	COD Output (mg/L)	Baku Mutu Kelas II
1	Pulokerto (hulu)	7.1	18.02	25
2	Pulokerto – PT. Hevea MK II	6.08	21.1	25
3	PT. Hevea MK II – Musi II	3.55	21.5	25
4	Musi II – PT. Badja Baru	1.03	23.5	25
5	PT. Badja Baru (hilir)	0	23.5	25

Sumber : Hasil Running QUAL2Kw



Gambar 4.33 Profil kualitas air Sungai Musi Parameter COD Simulasi 3

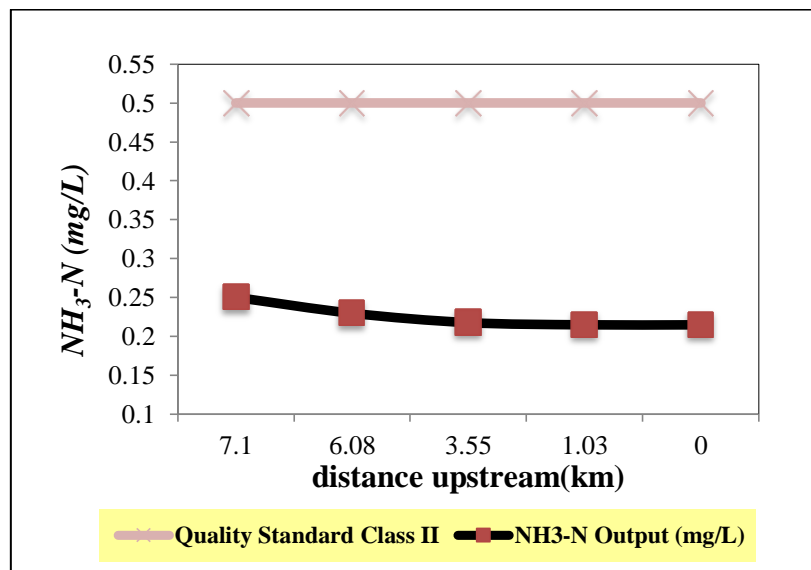
Sumber : Hasil Running QUAL2Kw

Hasil dari simulasi 3 pada parameter COD mengalami perubahan yang cukup signifikan bila dibandingkan dengan simulasi 2 sebelumnya. Ketika pada kondisi beban kosong, nilai COD dari hulu (Pulokerto) menuju ke hilir (PT. Badja Baru) berada dibawah nilai baku mutu air kelas 2 secara keseluruhan walaupun pada segmen 2 menuju ke segmen 3 tetap lebih tinggi dibandingkan dengan segmen 1. Artinya walaupun telah dikondisikan beban kosong, nilai COD menuju ke hilir cenderung mengalami kenaikan. Hal ini dikarenakan nilai COD memang cenderung meningkat menuju hilir terkait input data pada *worksheet headwater* memiliki pola yang sama.

Tabel 4.22 Perbandingan Hasil Simulasi 3 dengan Baku Mutu Air Kelas II Parameter  $\text{NH}_3\text{-N}$

No.	Segmen	X (km)	$\text{NH}_3\text{-N}$ Output (mg/L)	Baku Mutu Kelas II
1	Pulokerto (hulu)	7.1	0.25	0.5
2	Pulokerto – PT. Hevea MK II	6.08	0.22959	0.5
3	PT. Hevea MK II – Musi II	3.55	0.21756	0.5
4	Musi II – PT. Badja Baru	1.03	0.21472	0.5
5	PT. Badja Baru (hilir)	0	0.21472	0.5

Sumber : Hasil Running QUAL2Kw



Gambar 4.34 Profil kualitas air Sungai Musi Parameter  $\text{NH}_3\text{-N}$  Simulasi 3

Sumber : Hasil Running QUAL2Kw

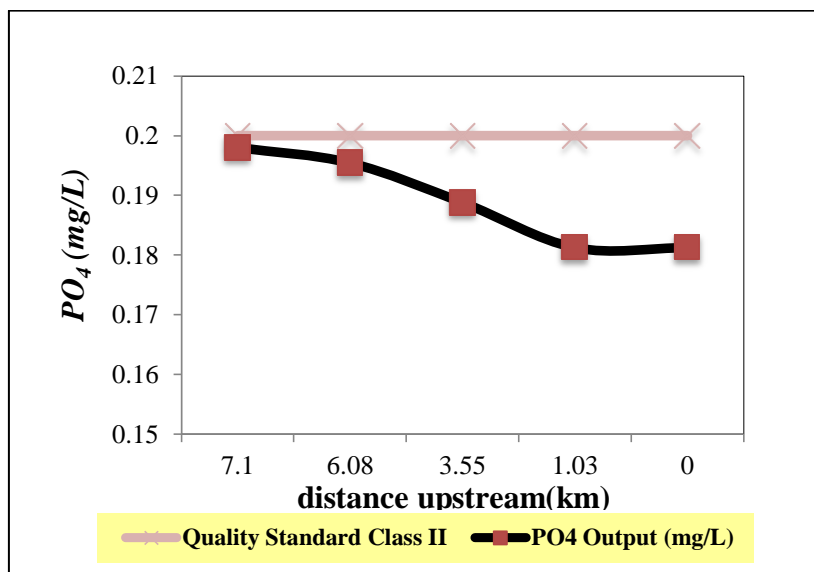
Berdasarkan hasil dari simulasi 3, dapat dilihat bahwa nilai  $\text{NH}_3\text{-N}$  berada di bawah baku mutu. Memang jika dibandingkan dengan simulasi 2, masih sama-sama di bawah baku mutu karena memang pada kondisi eksisting pun nilai ammonia nitrogen ini tidak terlalu tinggi. Namun secara bobot angka, nilai ammonia nitrogen pada simulasi 3 tetap lebih rendah dibandingkan dengan simulasi 2. Tentu ini ada pengaruhnya dari

pengosongan beban buangan limbah. Semakin kecil nilai ammonia nitrogen maka semakin kecil kemungkinan ikan atau biota pada sungai tersebut teracuni.

Tabel 4.23 Perbandingan Hasil Simulasi 3 dengan Baku Mutu Air Kelas II Parameter  $PO_4$

No.	Segmen	X (km)	$PO_4$ Output (mg/L)	Baku Mutu Kelas II
1	Pulokerto (hulu)	7.1	0.198	0.2
2	Pulokerto – PT. Hevea MK II	6.08	0.195	0.2
3	PT. Hevea MK II – Musi II	3.55	0.189	0.2
4	Musi II – PT. Badja Baru	1.03	0.181	0.2
5	PT. Badja Baru (hilir)	0	0.181	0.2

Sumber : Hasil Running *QUAL2Kw*



Gambar 4.35 Profil kualitas air Sungai Musi Parameter  $PO_4$  Simulasi 3

Sumber : Hasil Running *QUAL2Kw*

Berdasarkan hasil dari simulasi 3, dapat dilihat bahwa nilai  $PO_4$  berada di bawah baku mutu. Terdapat penurunan phospat yang signifikan mulai dari titik ke 2, dikarenakan buangan limbah yang masuk pada badan sungai semakin ke hilir merupakan limbah industri dan domestik.

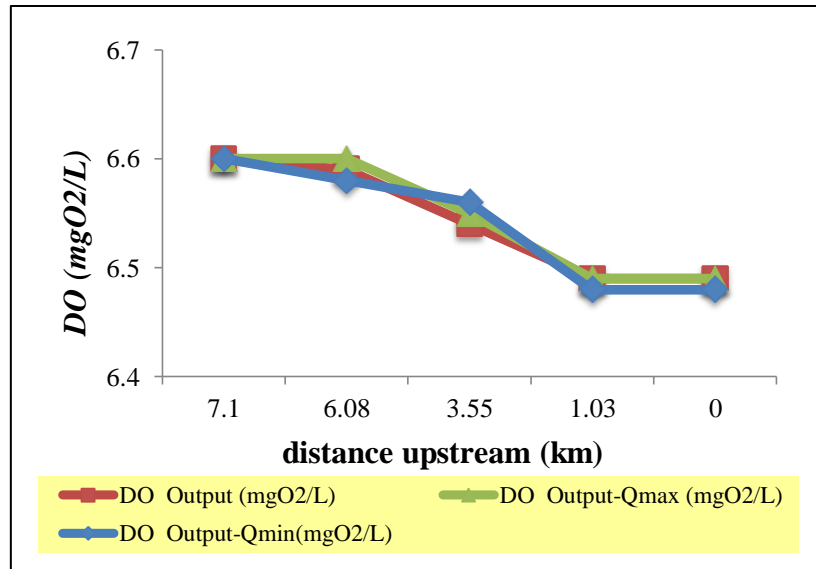
#### 4.5.4 Simulasi 4

Pada simulasi 4, akan di coba pengaruh debit terhadap kualitas air pada ruas Pulokerto sampai dengan PT. Badja Baru. Data debit maksimum dan minimum yang akan digunakan adalah data debit maksimal yang ada sepanjang lokasi studi (sebatas Pulokerto-PT. Badja Baru) seperti yang sudah terlampir pada tabel 4.4.data hidrolis. Data debit maksimum dan minimum di *input* pada *worksheet headwater* secara bergantian untuk mengetahui pengaruh yang terjadi. Berikut adalah tabel yang menyajikan water quality output dari masing-masing kondisi debit rerata, maksimum, dan minimum pada tabel 4.24 hingga tabel 4.28 dan gambar 4.36 hingga 4.40 :

Tabel 4.24 Perbandingan DO Output Qrata-rata, Qmaksimum, Qminimum

No.	Segmen	X (km)	DO Output Qrata-rata (mgO <sub>2</sub> /L)	DO Output-Qmaks (mgO <sub>2</sub> /L)	DO Output-Qmin (mgO <sub>2</sub> /L)
1	Pulokerto (hulu)	7.1	6.6	6.6	6.6
2	Pulokerto – PT.Hevea MK II	6.08	6.59	6.6	6.58
3	PT.Hevea MK II – Musi II	3.55	6.54	6.55	6.56
4	Musi II – PT. Badja Baru	1.03	6.49	6.49	6.48
5	PT. Badja Baru (hilir)	0	6.49	6.49	6.48

Sumber : Hasil Running QUAL2Kw



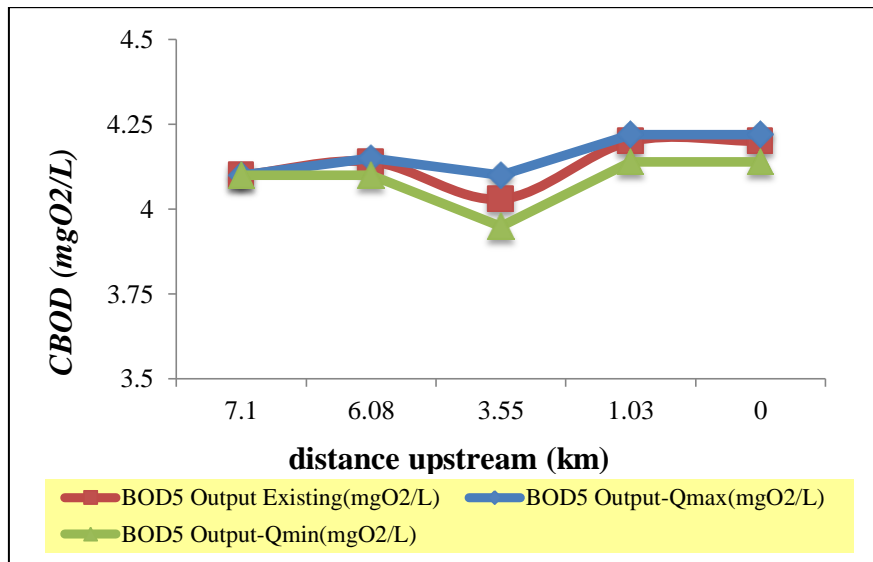
Gambar 4.36 Profil kualitas air Sungai Musi Parameter DO Simulasi 4

Sumber : Hasil Running QUAL2Kw

Tabel 4.25 Perbandingan BOD<sub>5</sub> Qrata-rata, Qmaksimum, Qminimum

No.	Segmen	X (km)	BOD <sub>5</sub> Output Qrata-rata (mgO <sub>2</sub> /L)	BOD <sub>5</sub> Output-Qmaks (mgO <sub>2</sub> /L)	BOD <sub>5</sub> Output-Qmin (mgO <sub>2</sub> /L)
1	Pulokerto (hulu)	7.1	4.1	4.1	4.1
2	Pulokerto – PT.Hevea MK II	6.08	4.14	4.15	4.1
3	PT.Hevea MK II – Musi II	3.55	4.03	4.1	3.95
4	Musi II – PT.Badja Baru	1.03	4.2	4.22	4.14
5	PT. Badja Baru (hilir)	0	4.2	4.22	4.14

Sumber : Hasil Running QUAL2Kw



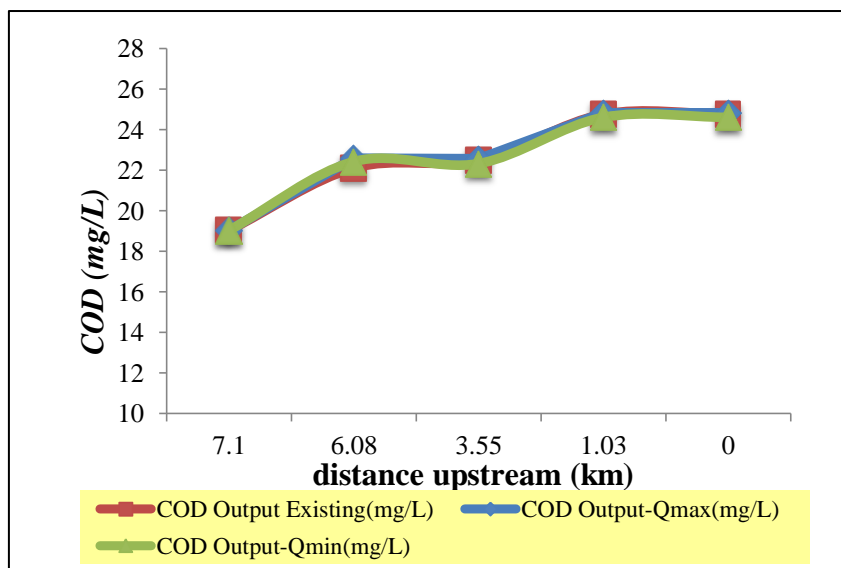
Gambar 4.37 Profil kualitas air Sungai Musi Parameter BOD<sub>5</sub> Simulasi 4

Sumber : Hasil Running QUAL2Kw

Tabel 4.26 Perbandingan COD Output Qrata-rata, Qmaksimum, Qminimum

No.	Segmen	X (km)	COD Output Qrata-rata (mg/L)	COD Output-Qmaks (mg/L)	COD Output-Qmin (mg/L)
1	Pulokerto (hulu)	7.1	19.03	19.03	19.03
2	Pulokerto – PT.Hevea MK II	6.08	22.1	22.58	22.42
3	PT.Hevea MK II – Musi II	3.55	22.5	22.55	22.32
4	Musi II – PT.Badja Baru	1.03	24.75	24.82	24.6
5	PT. Badja Baru (hilir)	0	24.75	24.82	24.6

Sumber : Hasil Running QUAL2Kw



Gambar 4.38 Profil kualitas air Sungai Musi Parameter COD Simulasi 4

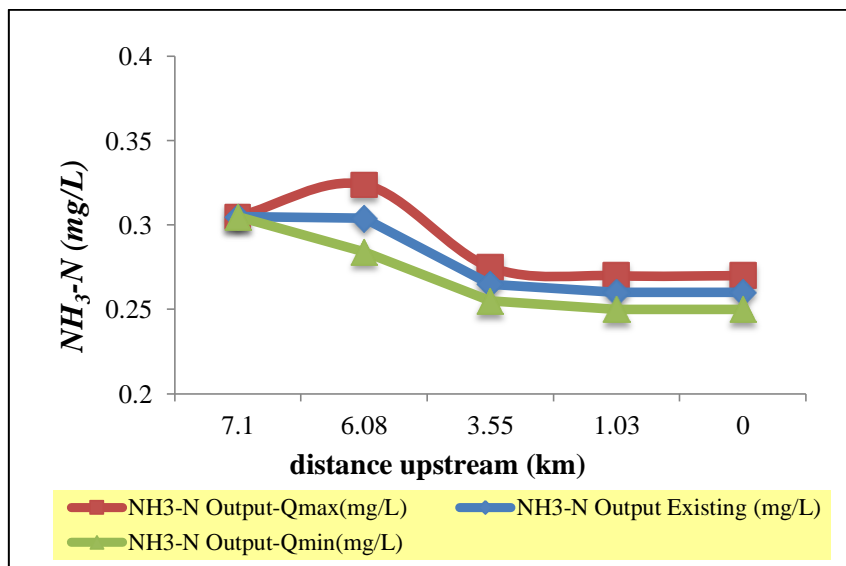
Sumber : Hasil Running QUAL2Kw



Tabel 4.27 Perbandingan  $\text{NH}_3\text{-N}$  Output Qrata-rata, Qmaksimum, Qminimum

No.	Segmen	X (km)	$\text{NH}_3\text{-N}$ Output Qrata-rata (mg/L)	$\text{NH}_3\text{-N}$ Output-Qmaks (mg/L)	$\text{NH}_3\text{-N}$ Output-Qmin (mg/L)
1	Pulokerto (hulu)	7.1	0.305	0.305	0.305
2	Pulokerto – PT.Hevea MK II	6.08	0.304	0.324	0.284
3	PT.Hevea MK II – Musi II	3.55	0.265	0.275	0.255
4	Musi II – PT.Badja Baru	1.03	0.26	0.270	0.250
5	PT. Badja Baru (hilir)	0	0.26	0.270	0.250

Sumber : Hasil Running QUAL2Kw

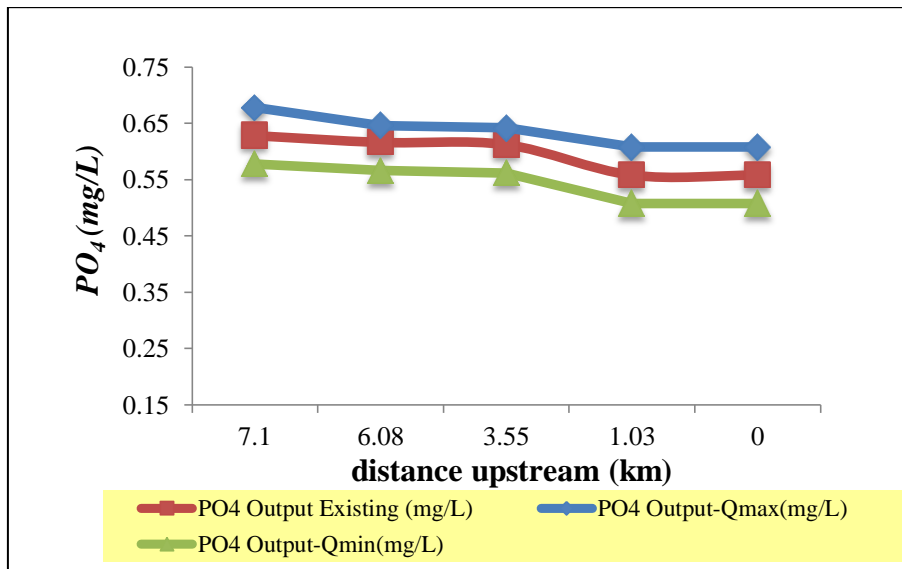
Gambar 4.39 Profil kualitas air Sungai Musi Parameter  $\text{NH}_3\text{-N}$  Simulasi 4

Sumber : Hasil Running QUAL2Kw

Tabel 4.28 Perbandingan  $\text{PO}_4$  Output Qrata-rata, Qmaksimum, Qminimum

No.	Segmen	X (km)	$\text{PO}_4$ Output Qrata-rata (mg/L)	$\text{PO}_4$ Output-Qmaks (mg/L)	$\text{PO}_4$ Output-Qmin (mg/L)
1	Pulokerto (hulu)	7.1	0.628	0.678	0.578
2	Pulokerto – PT.Hevea MK II	6.08	0.616	0.646	0.566
3	PT.Hevea MK II – Musi II	3.55	0.612	0.642	0.562
4	Musi II – PT.Badja Baru	1.03	0.558	0.608	0.508
5	PT. Badja Baru (hilir)	0	0.558	0.608	0.508

Sumber : Hasil Running QUAL2Kw



Gambar 4.40 Profil kualitas air Sungai Musi Parameter DO Simulasi 4

Sumber : Hasil Running QUAL2Kw

Hasil dari keseluruhan parameter pada simulasi 4 secara keseluruhan memiliki pola yang sama terhadap pengaruh debit maksimum dan debit minimum. Pada water quality output dengan debit maksimum, parameter kualitas akan cenderung lebih besar dibandingkan dengan debit rata-rata. Begitu juga dengan pengaruh debit minimum, parameter kualitas air akan cenderung lebih rendah dibandingkan dengan rata-rata. Ini dikarenakan debit berbanding lurus dengan nilai water quality output. Maka fluktuasi debit memang memiliki pengaruh yang penting untuk menentukan beban pencemaran serta daya tampungnya.

#### 4.6. Perhitungan Daya Tampung Beban Pencemaran

Dari data hasil simulasi kualitas air, maka data tersebut digunakan untuk melakukan perhitungan daya tampung beban pencemaran pada Sungai Musi dari segmen Pulokerto hingga PT. Badja Baru. Perhitungan daya tampung beban pencemaran akan menggunakan data yang dihasilkan pada *worksheet Source Summary* yang merupakan hasil perhitungan beban pencemaran debit dan kualitas air tiap segmen.

Perhitungan daya tampung beban pencemaran menggunakan simulasi 2 dan 3, berdasarkan hasil kedua simulasi tersebut maka akan didapatkan perhitungan daya tampung beban pencemaran dengan selisih dari hasil simulasi 2 (beban pencemaran penuh) dan simulasi 3 (beban tanpa pencemar). Tabel *source summary* untuk simulasi 2 dapat dilihat pada tabel 4.29

Tabel 4.29 *Source Summary* Simulasi 2

Inflow	Temp	Cond	ISS	Generic C	CBODf	No	NH4	NO3	Po	Inorg P
cms	C	uS/cm 25C	mgD/L	mg/L	mgO2/L	ugN/L	ugN/L	ugN/L	ugP/L	ugP/L
28.47	15.00	600.00	0.00	2.00	4.00	500.00	500.00	2000.00	100.00	100.00

Inflow	Temp	Cond	ISS	Generic C	CBODf	No	NH4	NO3	Po	Inorg P
cms	C	uS/cm 25C	mgD/L	mg/L	mgO2/L	ugN/L	ugN/L	ugN/L	ugP/L	ugP/L
36.08	15.05	599.56	0.03	2.03	3.99	498.13	498.13	1992.52	9.63	9.63
9.85	15.00	600.00	0.00	2.00	4.00	500.00	500.00	2000.00	100.00	100.00

Sumber : Hasil Running QUAL2Kw

Sedangkan untuk hasil *source summary* simulasi 3, keseluruhan hasil adalah 0, karena pada simulasi 3 diasumsikan bahwa tidak ada polutan yang masuk ke sungai. Kemudian, perhitungan beban pencemaran diperoleh dari perkalian nilai inflow dan konsentrasi pada masing-masing parameter. Perhitungan beban pencemaran dilakukan dengan mengalikan besar konsertasi yang masuk ke sungai (mg/l) dengan besarnya debit aliran sungai (m<sup>3</sup>/detik). Perhitungan beban pencemaran pada simulasi 2 dapat dilihat pada tabel 4.30 sampai dengan 4.33

Tabel 4.30 Perhitungan Beban Pencemaran Parameter BOD<sub>5</sub>

Reach	km	Flow (m <sup>3</sup> /s)	BOD <sub>5</sub> (mg/L)	BP– BOD <sub>5</sub> (kg/day)
1	7.1-5.05	28.47	4.00	9840.00
2	5.05-2.05	36.08	3.99	12421.71
3	2.05-0	9.85	4.00	3404.17

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.31 Perhitungan Beban Pencemaran Parameter COD

Reach	km	Flow (m <sup>3</sup> /s)	COD (mg/L)	BP– COD (kg/day)
1	7.1-5.05	28.47	2.00	4920.00
2	5.05-2.05	36.08	2.07	6452.381
3	2.05-0	9.85	2.13	1812.721

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.32 Perhitungan Beban Pencemaran Parameter NH<sub>3</sub>-N

Reach	km	Flow (m <sup>3</sup> /s)	NH <sub>3</sub> -N (mg/L)	BP – NH <sub>3</sub> -N (kg/day)
1	7.1-5.05	28.47	0.50	1230.00
2	5.05-2.05	36.08	0.49	1552.71
3	2.05-0	9.85	0.50	425.52

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.33 Perhitungan Beban Pencemaran Parameter PO<sub>4</sub>

Reach	km	Flow (m <sup>3</sup> /s)	PO <sub>4</sub> (mg/L)	BP PO <sub>4</sub> (kg/day)
1	7,1-5,05	28.47	0.100	246.000
2	5,05-2,05	36.08	0.099	310.542
3	2.05-0	9.85	0.100	85.104

Sumber : Hasil Perhitungan

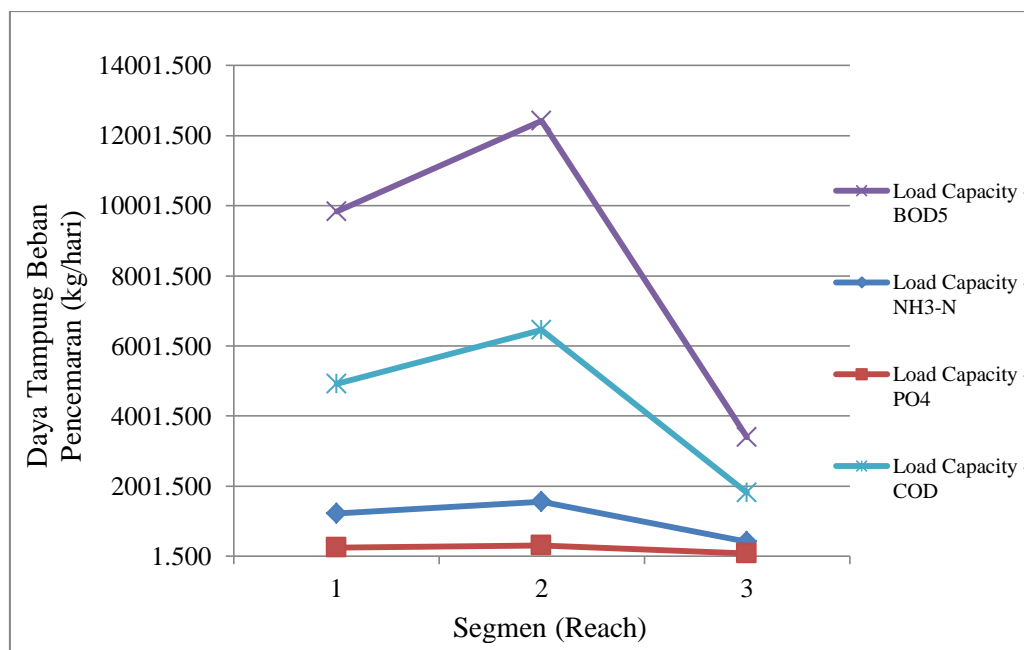
Perhitungan beban pencemaran pada simulasi 3 secara keseluruhan menghasilkan nilai 0 karena pada simulasi 3 di kondisikan tidak ada beban pencemaran yang masuk ke badan sungai. Maka langkah selanjutnya adalah dilakukan perhitungan daya tampung beban pencemaran pada masing-masing parameter yang dapat dilihat pada tabel 4.34

Tabel 4.34 Perhitungan Daya Tampung Beban Pencemaran

Reach	km	BOD <sub>5</sub> (kg/day)	COD(kg/day)	NH <sub>3</sub> -N (kg/day)	PO <sub>4</sub> (kg/day)
1	7,1-5,05	9840.00	4920.00	1230.00	246.00
2	5,05-2,05	12421.71	6452.381	1552.71	310.54
3	2,05-0	3404.17	1812.721	425.52	85.10

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari tabel diatas maka dapat dilihat bahwa daya tampung terbesar pada Sungai Musi ada pada segmen (*reach*) 2 pada tiap parameter. Sumber potensi beban pencemaran pada segmen ini berasal dari hasil limbah industri dan limbah domestik (rumah tangga). Besar daya tampung beban pencemaran yang sudah didapat dalam penelitian ini hasilnya sewaktu-waktu dapat berubah tetapi perubahannya tidak begitu signifikan. Perbedaannya dapat disebabkan oleh bertambahnya jumlah limbah yang masuk, jumlah segmen, dan perbedaan musim.



Gambar 4.41 Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Musi (Pulokerto-PT.Badja Baru)  
Sumber : Hasil Perhitungan

Penentuan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Musi di Pulokerto sampai dengan PT. Badja Baru menyimpulkan bahwa didapatkan nilai secara berturut-turut : 12948 kgDO/hari, 25205 kgBOD<sub>5</sub>/hari, 3207 kgNH<sub>3</sub>-N/hari, 642 kgPO<sub>4</sub>/hari. Berdasarkan hasil running dari program QUAL2Kw, kita dapat menganalisis dan

mengetahui jumlah daya tampung beban pencemaran yang ada pada sungai Musi. Program ini juga dapat menganalisis kualitas aliran atau pola penyebaran beban pencemaran yang ada. Oleh karena itu, dengan mengetahui besar daya tampung beban pencemaran yang ada kita juga bisa mengetahui segmen sungai yang mana yang perlu dilakukan perbaikan di masa mendatang.

Halaman ini sengaja dikosongkan