

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

4.1 *Water Quality Index* (Indeks Pencemaran)

Analisis WQI menggunakan Indeks Pencemaran mencakup berbagai perhitungan parameter kualitas air. Parameter utama yang dijadikan tolak ukur untuk menganalisis status mutu air Sungai Opak adalah logam Pb, Cd, Fe, dan Mn dengan parameter pendukung lain seperti pH, TDS, TSS, DO terdapat dilampiran 1, selanjutnya akan dibandingkan dengan kriteria baku mutu air sesuai peruntukan kelas III berdasarkan Peraturan Gubernur D.I. Yogyakarta No. 20 Tahun 2008. Berikut merupakan data parameter fisika di sepanjang Sungai Opak pada **Tabel 4.1**.

Tabel 4. 1 Parameter Fisika Sungai Opak

Parameter		Titik Sampling							
		Site 1	Site Gawe	Site 2	Site 3	Site Code	Site Oyo	Site 4	Site 5
pH	Range	6-8	6-8	7-8	7-8	7-8	7-8	6-8	7-8
	Mean ± SD(n)	7,22 ± 0,75 (6)	7,02 ± 0,9 (6)	7,59 ± 0,57 (6)	7,36 ± 0,5 (7)	7,43 ± 0,5 (7)	7,63 ± 0,59 (9)	7,18 ± 0,97 (9)	7,60 ± 0,59 (9)
TDS (mg/L)	Range	220-283	177-283	158,72-274	181,72-273	213,12-286	120,1-269	168,96-277	129,9-287
	Mean ± SD(n)	258,67 ± 24,59 (6)	244,33 ± 36,60 (6)	242,25 ± 39,87 (6)	251,11 ± 31,24 (7)	267,45 ± 26,09 (7)	216,76 ± 52,25 (9)	233,88 ± 37,09 (9)	231,26 ± 63,53 (9)
TSS (mg/L)	Range	29 -76	27-53	32-63	47-63	28-73	23-83	38-99	42-81
	Mean ± SD(n)	43,86 ± 16,56 (6)	43,43 ± 8,72 (6)	44,50 ± 11,24 (6)	53 ± 6,87 (7)	53,13 ± 14,67 (7)	50,44 ± 17,27 (9)	61 ± 16,2 (9)	60 ± 16,81 (9)
DO (mg/L)	Range	4,24-9,3	4,24-10,6	5,09-9,9	3,81-9,3	5,09-9,3	3,81-,3	4,66-9,3	4,24-9,3
	Mean ± SD(n)	5,93 ± 1,66 (6)	7,15 ± 2,27 (6)	6,22 ± 1,62 (6)	6,09 ± 1,69 (7)	6,68 ± 1,63 (7)	5,88 ± 1,58 (9)	6,09 ± 1,63 (9)	6,15 ± 1,53 (9)

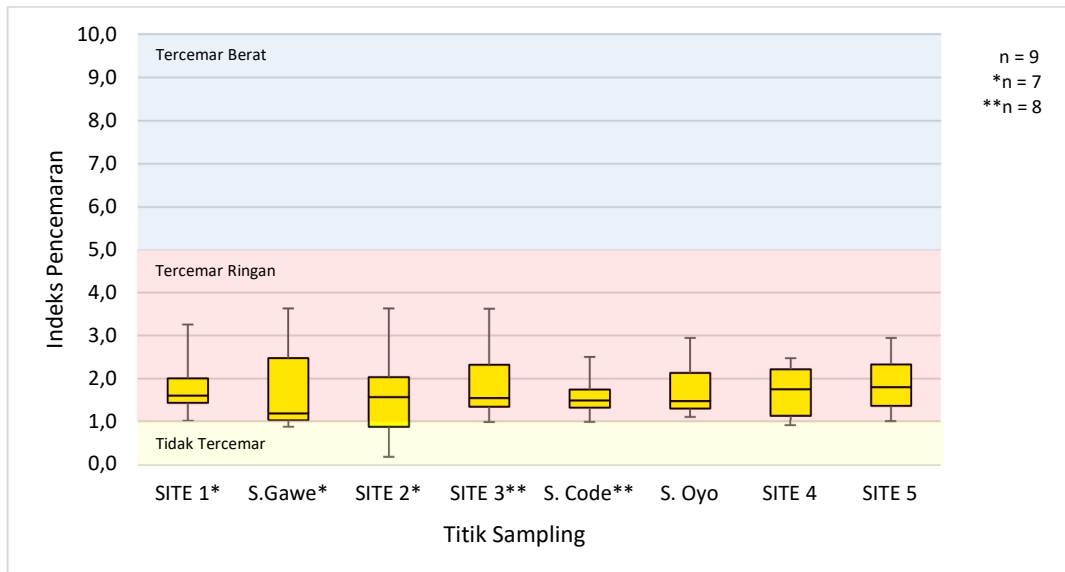
Keterangan:

n = jumlah data

SD = standar deviasi

4.1.1 Indeks Pencemaran Berdasarkan Lokasi Pengambilan

Berikut nilai hasil perhitungan dengan menggunakan metode IP berdasarkan tiap lokasi pengambilan pada Sungai Opak dan titik pertemuan sungai dapat dilihat pada **Gambar 4.1** berikut:



*Perhitungan nilai IP dapat dilihat pada Lampiran 1

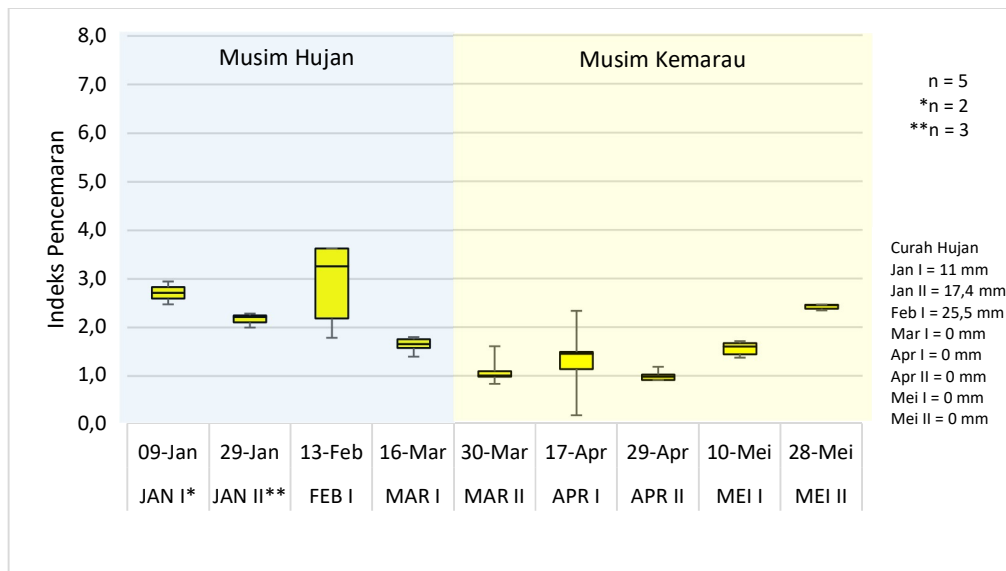
Gambar 4. 1 Diagram *Boxplot* Indeks Pencemaran per Site

Gambar 4.1 diatas merupakan diagram *boxplot* IP per site pada bulan Januari sampai dengan bulan Mei 2018. Nilai rata-rata IP sungai tiap titik sampling Site 1 sampai Site 5 beserta Site Gawe, Code dan Oyo sebagai anak sungai berkisar antara 1,63 sampai 1,91. Pada diagram *boxplot* juga terlihat bahwa nilai IP tertinggi berlokasi di Site 3 dan diketahui bahwa lokasi tersebut dekat dengan pemukiman padat penduduk, disekitar titik pengambilan sampel air terdapat pembuangan sampah liar pada bantaran sungai. Padatnya pemukiman dapat memicu meningkatnya timbulan sampah. Pembuangan sampah ilegal disekitar bantaran sungai dapat menjadi penyebab tingginya pencemaran air sungai, hal ini dapat didukung oleh hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Iqbal dkk (2009) menjelaskan bahwa konsentrasi logam berat pada pada perairan tinggi dapat dipengaruhi oleh aktivitas manusia dalam pembuangan sampah secara ilegal.

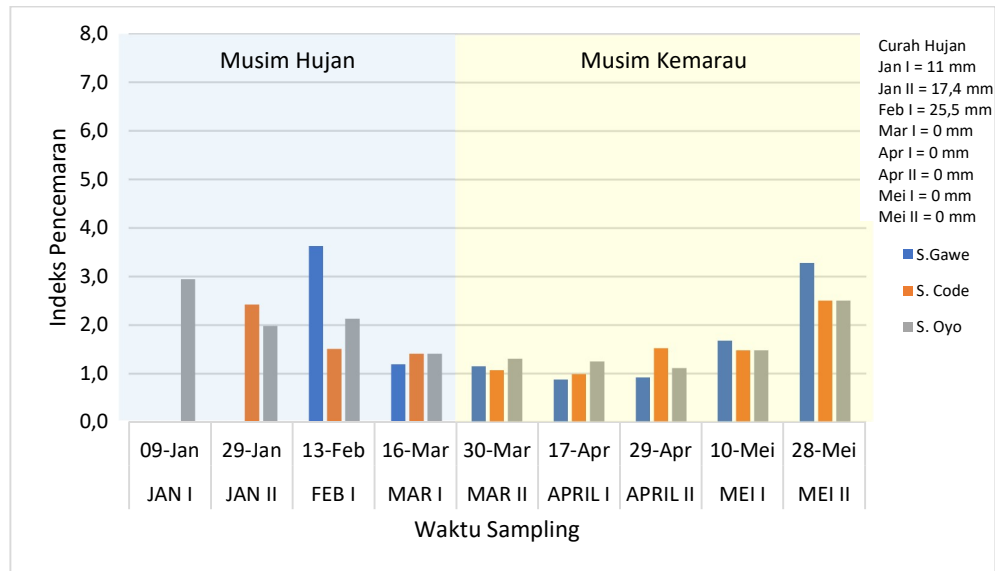
Sampah yang dibuang secara sembarangan akan terjadi reaksi biokimia yang menghasilkan degradasi bahan kimia organik dan pembentukan air lindi. Air lindi ini kaya akan kandungan organik dan melarutkan banyak logam berat seperti Pb, Cu, Zn, Mn, Cd, dll. Data IP keseluruhan memiliki rentan nilai yang relatif sama. Berdasarkan data *boxplot* keseluruhan diketahui bahwa kualitas air di sepanjang Sungai Opak dengan menggunakan metode IP termasuk kedalam kategori tercemar ringan.

4.1.2 Indeks Pencemaran berdasarkan Musim

Adapun penelitian ini membandingkan antara kualitas air indeks pencemaran dengan data per bulan di sepanjang Sungai Opak. Berikut hasil dari perhitungan nilai IP per bulan pada **Gambar 4.2**.



Gambar 4. 2 Diagram Boxplot Indeks Pencemaran per Bulan



Gambar 4. 3 Diagram Indeks Pencemaran pada Sungai Gawe, Code, dan Oyo

Dari grafik *boxplot* pada **Gambar 4.2** dan **Gambar 4.3** dapat ditemukan bahwa Sungai Opak mayoritas memiliki status mutu air yang masuk kedalam kategori tercemar ringan. Nilai IP mengalami fase naik turun atau fluktuasi. Data hasil pemantauan IP yang paling tinggi terdapat di periode I bulan Februari dikarenakan pada pengambilan sampel pada saat musim hujan terjadi. Tingginya nilai IP dikarenakan air hujan mengalirkan input pencemaran kedalam badan air Sungai Opak lebih besar dibandingkan saat musim kemarau terjadi. Pada diagram diatas bahwa nilai IP minimum berada pada bulan April dan termasuk kedalam kategori tercemar ringan, hal ini diakibatkan karena dalam pengambilan sampel air pada bulan April tidak terjadi hujan, sehingga sungai tidak mendapatkan input beban pencemaran yang lebih besar. Menurut Sheftiana dkk (2017), menjelaskan bahwa perubahan kondisi kualitas air sungai dapat disebabkan oleh curah hujan, perubahan tata guna lahan, waktu, dan aktivitas kegiatan manusia yang menyebabkan terjadinya pencemaran badan air di sungai.

4.2 Water Quality Index (Metode Storet)

Adapun untuk melakukan perbandingan hasil pemantauan oleh Badan Lingkungan Hidup D.I. Yogyakarta dengan hasil penelitian ini menggunakan metode Storet. Metode ini digunakan karena pada umumnya sering digunakan oleh

pemerintah dalam penentuan status mutu kualitas air sungai. Berikut merupakan hasil perhitungan status mutu air di sepanjang Sungai Opak pada **Tabel 4.2**.

Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Status Mutu Air dengan Metode Storet berdasarkan Site

Lokasi	Nilai Storet*	Kelas Air	Keterangan
SITE 1	-10,00	Kelas B	Tercemar Ringan
S. Gawe	-10,00	Kelas B	Tercemar Ringan
SITE 2	-10,00	Kelas B	Tercemar Ringan
SITE 3	-10,00	Kelas B	Tercemar Ringan
S. Code	-10,00	Kelas B	Tercemar Ringan
S. Oyo	-10,00	Kelas B	Tercemar Ringan
SITE 4	-10,00	Kelas B	Tercemar Ringan
SITE 5	-10,00	Kelas B	Tercemar Ringan
Rata-Rata/Bulan	-10,00	Kelas B	Tercemar Ringan

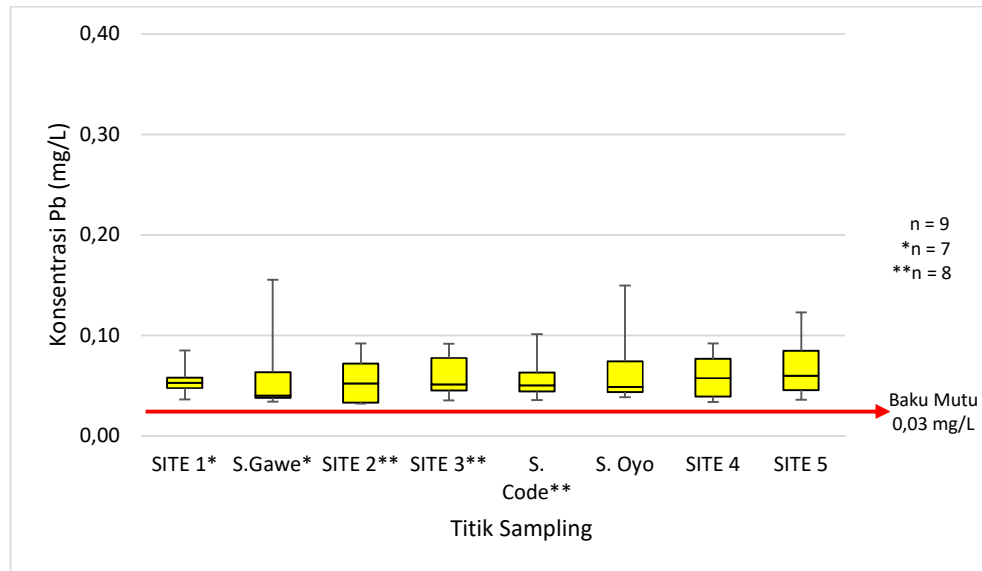
*Perhitungan status mutu air menggunakan metode storet dapat dilihat pada lampiran 2

Pada **Tabel 4.2** didapatkan bahwa data tiap *site* di sepanjang Sungai Opak termasuk kedalam kategori kelas B yaitu tercemar ringan. Salah satu penyebab Sungai Opak termasuk kedalam kategori kelas B adalah pada parameter logam berat Pb telah melewati standar baku mutu. Metode Storet ini menggunakan data pendukung seperti data pH, TDS, TSS, dan DO. Parameter pengujian yang digunakan pada penelitian tidak sepenuhnya sama jika dibandingkan dengan parameter yang digunakan Badan Lingkungan Hidup D.I. Yogyakarta dalam penentuan status mutu air. Perhitungan metode Storet ini menggunakan standar baku mutu kelas air III. Dari kedua metode yang digunakan baik menggunakan metode Indeks Pencemaran dan metode Storet, kualitas air di sepanjang Sungai Opak sama-sama termasuk kedalam kategori tercemar ringan.

4.2 Karakteristik Kandungan Logam Berat

4.2.1 Analisis Pengaruh Lokasi Terhadap Konsentrasi Logam berat di perairan Sungai Opak Pengaruh Lokasi

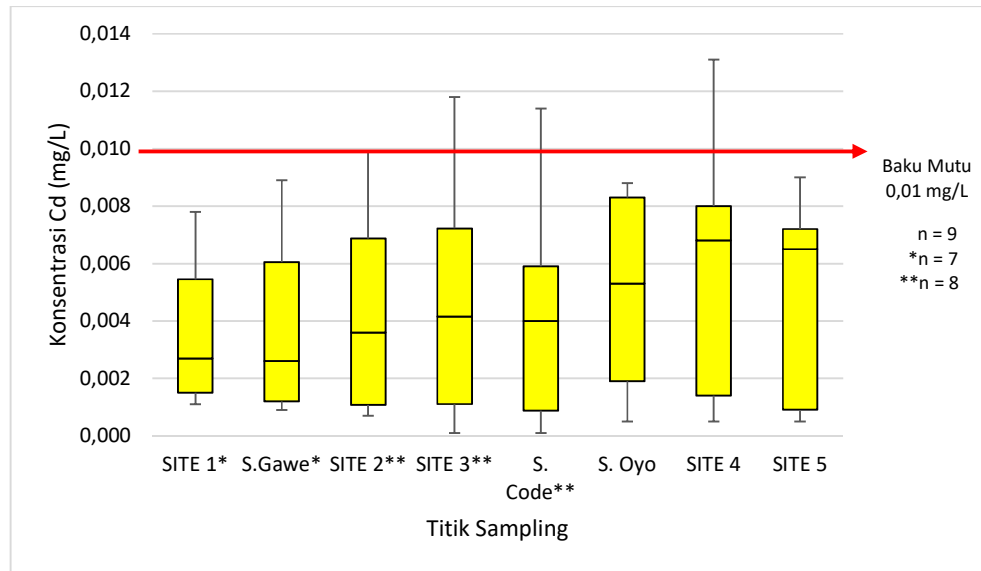
Berikut merupakan data hasil penelitian pengukuran konsentrasi logam Pb, Cd, Fe, dan Mn di sepanjang Sungai Opak berdasarkan tiap lokasi pengambilan dapat dilihat pada gambar berikut:



*Perhitungan boxplot logam berat dapat dilihat pada lampiran 2

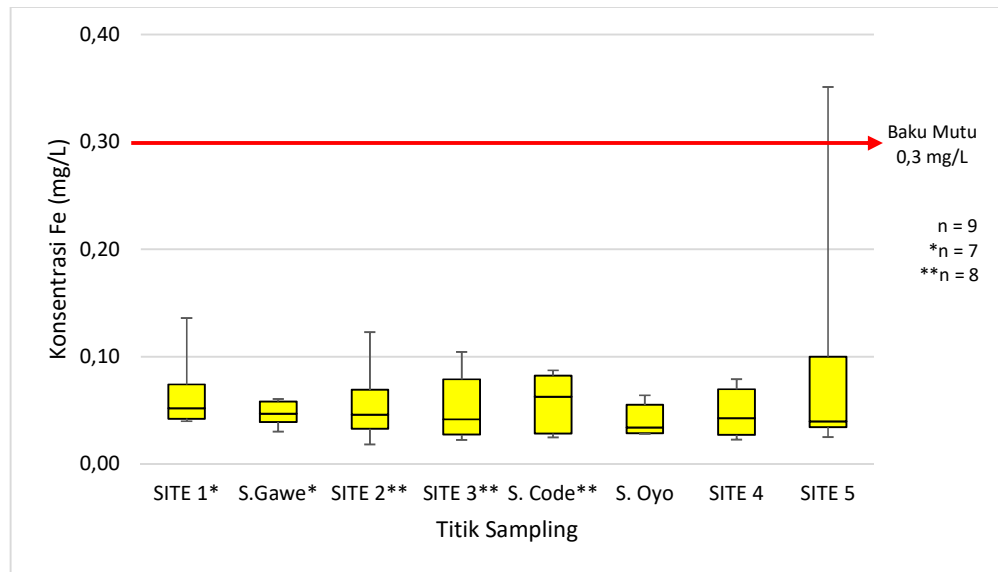
Gambar 4. 4 Diagram Boxplot Konsentrasi Pb per Site

Gambar 4.4 merupakan diagram *boxplot* kandungan logam Pb terhadap lokasi pengambilan sampel diperairan Sungai Opak. Umumnya konsentrasi logam Pb yang didapatkan tidak melebihi baku mutu air yang ditetapkan didalam Peraturan Gubernur D.I. Yogyakarta No. 20 Tahun 2008 sebesar 0,03 mg/L. Nilai rata-rata konsentrasi logam Pb berkisar 0.055 mg/L sampai dengan 0,067 mg/L. Konsentrasi logam Pb tertinggi terdapat pada *Site 5*. Konsentrasi terendah di *Site 2* dengan konsentrasi 0,055 mg/L. Tingginya kandungan Logam Pb di *site 5* dapat dipengaruhi karena kondisi site tersebut merupakan hilir sungai, sehingga diduga menampung beban pencemaran dari keseluruhan *site*. Kandungan logam Pb dapat ditemukan secara alami di bebatuan mineral serta dari aktivitas manusia. Sumber-sumber logam Pb yaitu aktifitas lalu lintas, pembuangan sampah berupa kaleng bekas, kabel listrik, sampah plastik, cat, dan baterai yang dibuang ke sungai sehingga memungkinkan terjadi peningkatan pencemaran logam Pb. Menurut WHO (2011), tingginya kandungan logam berat Pb pada perairan dapat berasal dari senyawa *Tetra Ethyl Lead (TEL)* sebagai bahan *antiknock* dalam bahan bakar bensin yang digunakan kendaraan. Hasil sisa pembakaran pada kendaraan akan turun ke dalam badan air.



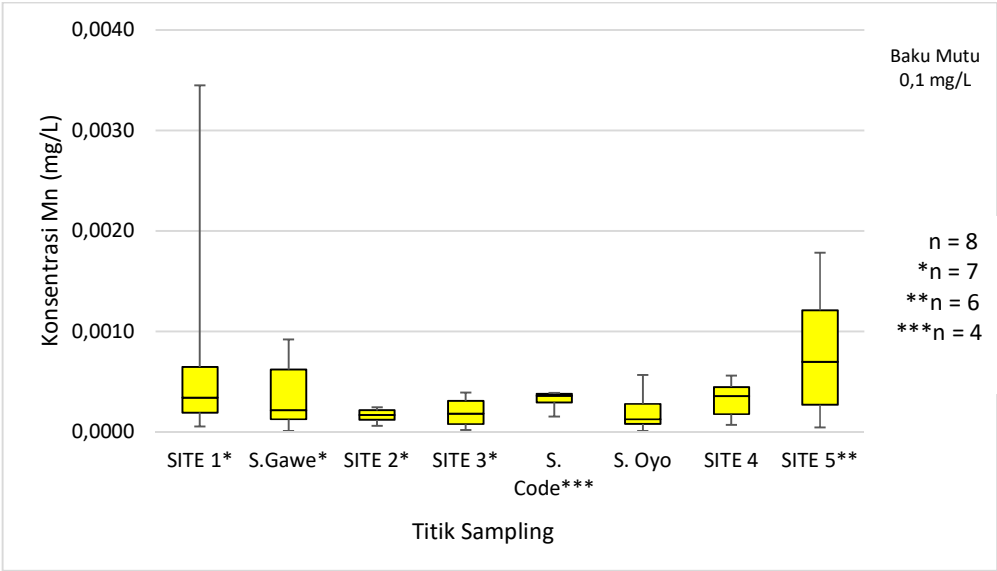
Gambar 4. 5 Diagram Boxplot Konsentrasi Cd per Site

Gambar 4.5 merupakan diagram *boxplot* konsentrasi logam Cd terhadap lokasi pengambilan sampel di sepanjang perairan Sungai Opak. Nilai rata-rata konsentrasi logam Cd tiap lokasi berkisar antara 0,0036 mg/L sampai dengan 0,0057 mg/L. Konsentrasi logam Cd tiap *site* secara umum mengindikasikan bahwa masih dalam standar baku mutu 0,01 mg/L. Keberadaan logam Cd yang berasal dari alam umumnya terendapkan dalam bentuk sedimen. Cd dapat berasal dari proses alami seperti erosi sungai dan aktivitas masyarakat. Menurut WHO (2011), adanya kandungan logam Cd pada sungai dapat berasal dari alam dan aktivitas manusia. 90% logam berat yang mengontaminasi lingkungan perairan akan terendap di dalam sedimen. Sumber dari aktivitas manusia yaitu, pembuangan sampah yang mengandung logam Cd seperti baterai, kabel, dan elektronik. Rumahlatu (2011), melaporkan bahwa logam berat mempunyai sifat yang mudah mengikat bahan organik dan mengendap di dasar perairan dan bersatu dengan sedimen, sehingga kadar logam berat didalam air ditemukan dengan kadar rendah dibandingkan dalam sedimen.



Gambar 4. 6 Diagram Boxplot Konsentrasi Fe per Site

Gambar 4.6 merupakan diagram *boxplot* konsentrasi logam Fe terhadap lokasi pengambilan sampel di sepanjang perairan Sungai Opak. Nilai rata-rata konsentrasi logam Fe tiap lokasi secara bervariasi berkisar antara 0,040 mg/L sampai dengan 0,108 mg/L. Konsentrasi logam Fe tertinggi pada *Site 5* dan konsentrasi terendah terdapat pada *Site 2*. Data rata-rata konsentrasi logam Fe yang didapatkan masih dibawah baku mutu. Menurut Peraturan Gubernur D.I. Yogyakarta No. 20 Tahun 2008, konsentrasi Fe yang diperbolehkan pada sungai untuk kategori kelas I sebesar 0,3 mg/L, sedangkan untuk sungai untuk kategori kelas II sampai IV tidak ditetapkan atau tidak tercantum dalam Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta No 20 tahun 2008.



Gambar 4. 7 Diagram Boxplot Konsentrasi Mn per Site

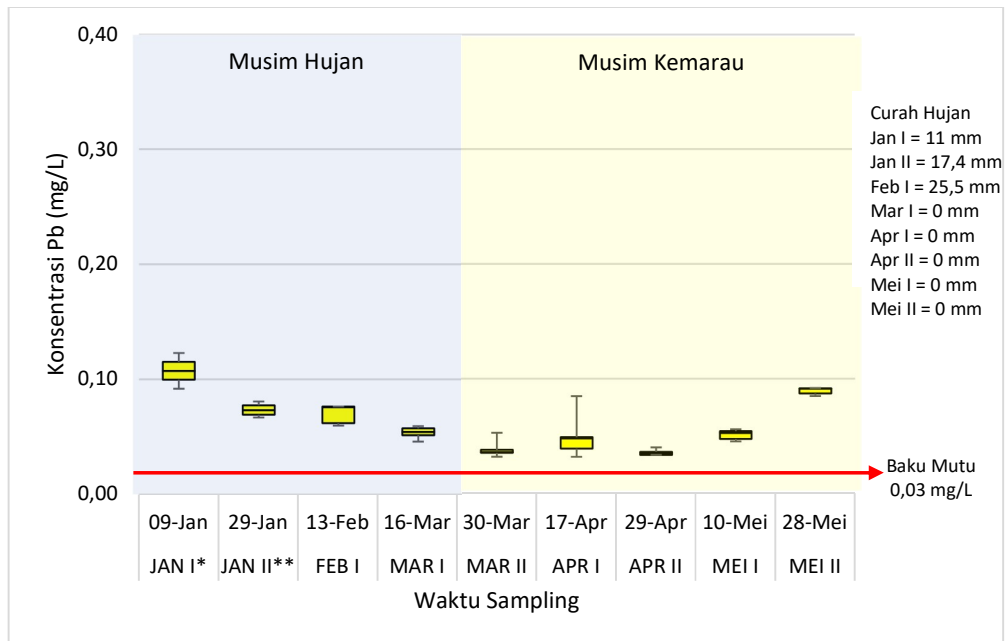
Gambar 4.7 merupakan diagram *boxplot* kandungan logam Mn terhadap lokasi pengambilan sampel di sepanjang perairan Sungai Opak. Nilai rata-rata konsentrasi logam Mn tiap lokasi secara keseluruhan berkisar 0,00016 mg/L sampai dengan 0,00079 mg/L. Konsentrasi logam Mn tertinggi pada *Site 1* dan konsentrasi terendah terdapat pada *Site Oyo*. Berdasarkan Peraturan Gubernur D.I. Yogyakarta No. 20 Tahun 2008 nilai konsentrasi yang diizinkan pada sungai dengan kategori kelas I adalah 0,1 mg/L, sedangkan untuk kategori kelas II sampai IV tidak tercantum. Konsentrasi logam Mn pada perairan sepanjang Sungai Opak masih dibawah baku mutu. Kandungan logam Mn secara alami dapat ditemukan air permukaan disebabkan adanya mineral yang terkikis ke perairan. Namun, aktivitas manusia juga bertanggung jawab atas banyak kontaminasi logam Mn di air, di beberapa daerah diketahui bahwa konsentrasi logam Mn dipengaruhi oleh kepadatan lalu lintas (WHO, 2011).

Dalam penelitian Amaal dkk (2016), limpasan air pertanian, limbah industri dan kota berpotensi mempengaruhi kualitas air di Sungai Nil Mesir. Konsentrasi logam berat menunjukkan sampel air di Sungai Nil secara signifikan terkontaminasi logam berat. Kisaran konsentrasi Pb, Cd, Fe, dan Mn di Sungai Nil adalah 0.005-0.051, 0.002-0.081, 0.199-2.211 dan 0.030-0.298. Dari penelitian ini memiliki

kesamaan dimana tingginya konsentrasi logam tidak terlepas dari aktivitas manusia seperti pembuangan limbah sembarangan ke badan air.

4.2.2 Analisis Pengaruh Musim Terhadap Konsentrasi Logam berat di perairan Sungai Opak

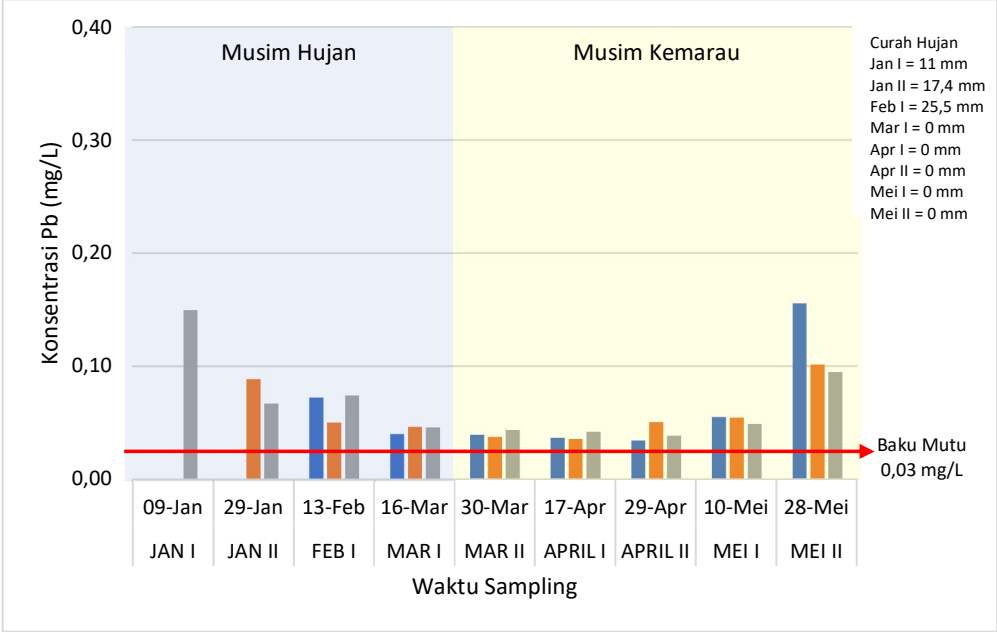
Pada penelitian ini, pengambilan sampel bulan Januari periode I sampai Maret periode I termasuk kedalam musim penghujan. Data yang diambil pada bulan Maret periode II sampai bulan Mei periode II termasuk ke dalam musim kemarau. Data ini menggunakan data curah hujan sebagai acuan penentuan perubahan musimnya. Pada saat melakukan sampling didapatkan bahwa curah hujan pada bulan Januari periode I sampai Maret periode I secara berturut-turut yaitu 11 mm, 17,4 mm, 6,6 mm, dan 0 mm. Pada bulan Maret periode II sampai Mei periode II tidak terjadi hujan. Berikut merupakan data hasil penilitan pengukuran kandungan konsentrasi logam Pb, Cd, Fe, dan Mn per bulan di sepanjang Sungai Opak.



*Perhitungan boxplot logam berat dapat dilihat pada lampiran 4

Gambar 4. 8 Diagram Boxplot Konsentrasi Pb per Bulan

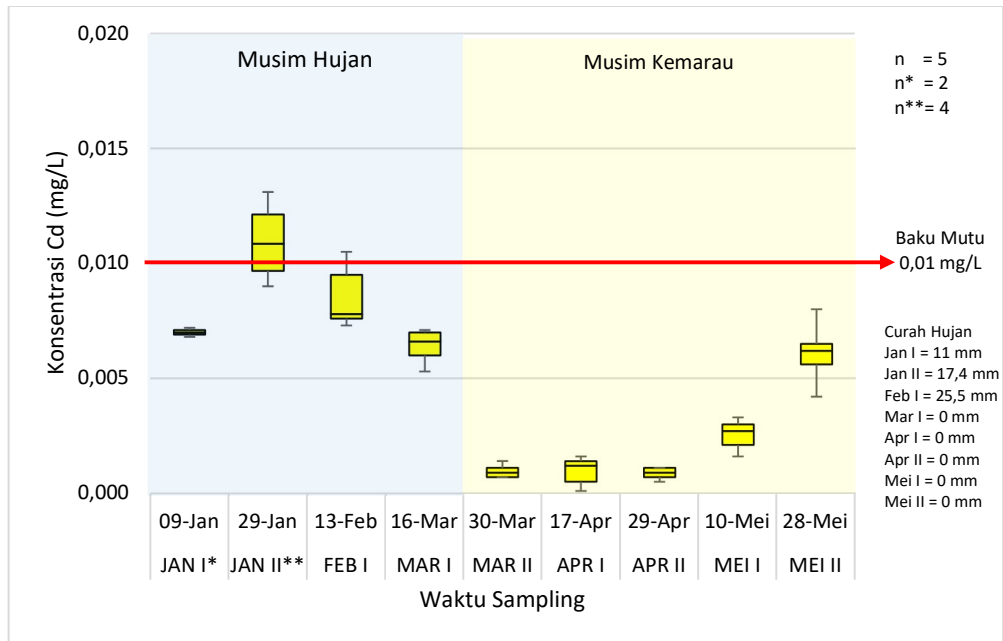
Dari **Gambar 4.8** merupakan diagram *boxplot* kandungan logam Pb di Sungai Opak mengalami tren fluktuasi baik pada musim hujan dan musim kemarau. Pada umumnya konsentrasi logam Pb yang didapatkan telah melebihi baku mutu air yang ditetapkan pemerintah sebesar 0,03 mg/L. Nilai rata-rata konsentrasi logam Pb dimulai dari periode Januari I sampai bulan Mei II berkisar antara 0,0378 mg/L sampai dengan 0,1215 mg/L. Konsentrasi logam Pb tertinggi pada bulan Januari periode I karena pada pengambilan air sampel terjadi hujan, air hujan akan membawa zat polutan atau pencemar ke badan sungai Opak.



Gambar 4.9 Diagram Konsentrasi Pb pada Sungai Gawe,Code, dan Oyo

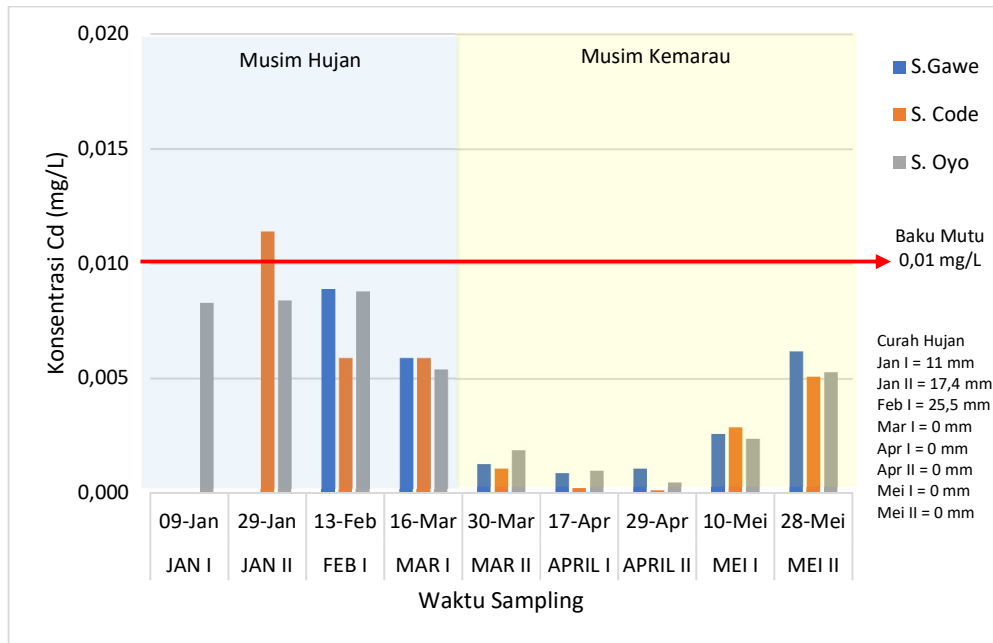
Pada **Gambar 4.9** merupakan konsentrasi logam Pb di tiap anak sungai aliran yang akan mengalir ke Sungai Opak. Pada *Site* Gawe dan *Site* Code memiliki nilai konsentrasi logam Pb tertinggi pada bulan Mei periode II. Adapun pada *Site* Oyo memiliki nilai konsentrasi logam Pb tertinggi terdapat pada bulan Januari periode I. Pada bulan Mei periode II mengalami kenaikan konsentrasi logam Pb diidentifikasi bahwa berasal dari pencemaran yang terkumpul dalam waktu lama sehingga terakumulasi menjadi tinggi. Adapun faktor penyebab tingginya kandungan logam Pb pada perairan yaitu, secara alamiah logam Pb didalam

perairan didapatkan melalui proses dari pengkristalan Pb di udara dengan bantuan air hujan, dan pada proses korosifikasi dari batuan mineral yang mengandung logam Pb. Logam Pb yang berasal dari aktivitas manusia seperti kegiatan transportasi, industri pengelasan, pembuangan limbah baterai dan lain-lain.



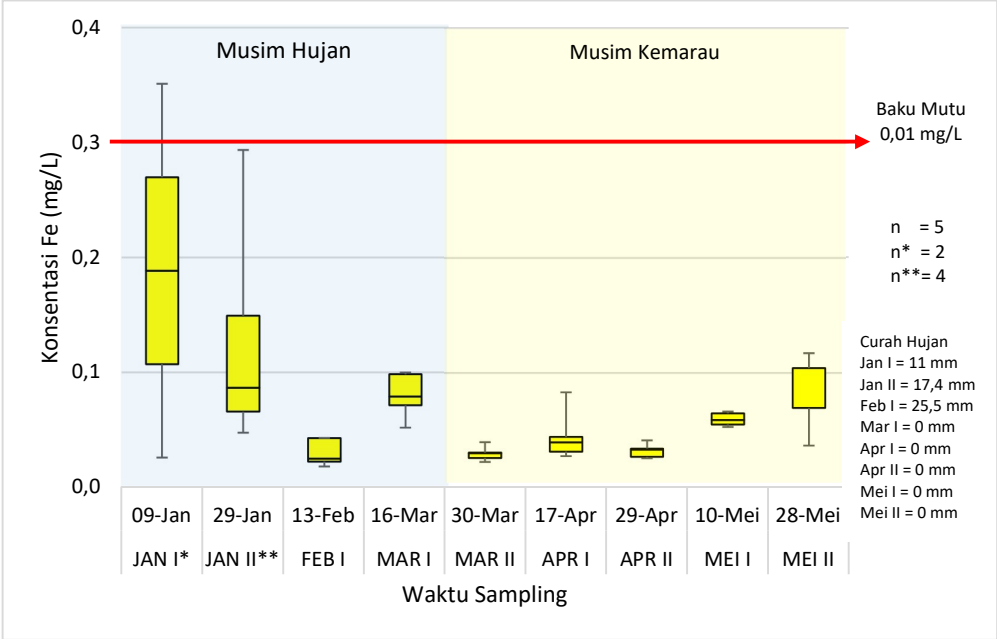
Gambar 4. 10 Diagram *Boxplot* Konsentrasi Cd per Bulan pada Sungai Opak

Dari **Gambar 4.10** diagram *boxplot* tersebut terlihat bahwa konsentrasi logam Cd mengalami fluktuasi. Nilai rata-rata konsentrasi logam Cd pada Sungai Opak dimulai dari bulan Januari periode I sampai bulan Mei periode II berkisar antara 0,00069 mg/L sampai dengan 0,010 mg/L. Adapun nilai konsentrasi logam Cd tertinggi berada di bulan Januari periode II dengan konsentrasinya telah melebihi ambang batas dimana konsentrasinya yang diizinkan untuk kelas air kategori III yaitu 0,01 mg/L. Konsentrasi logam Cd yang paling rendah terdapat pada bulan April periode I. Konsentrasi logam Cd di Sungai Opak mengalami penurunan konsentrasi pada saat musim kemarau.



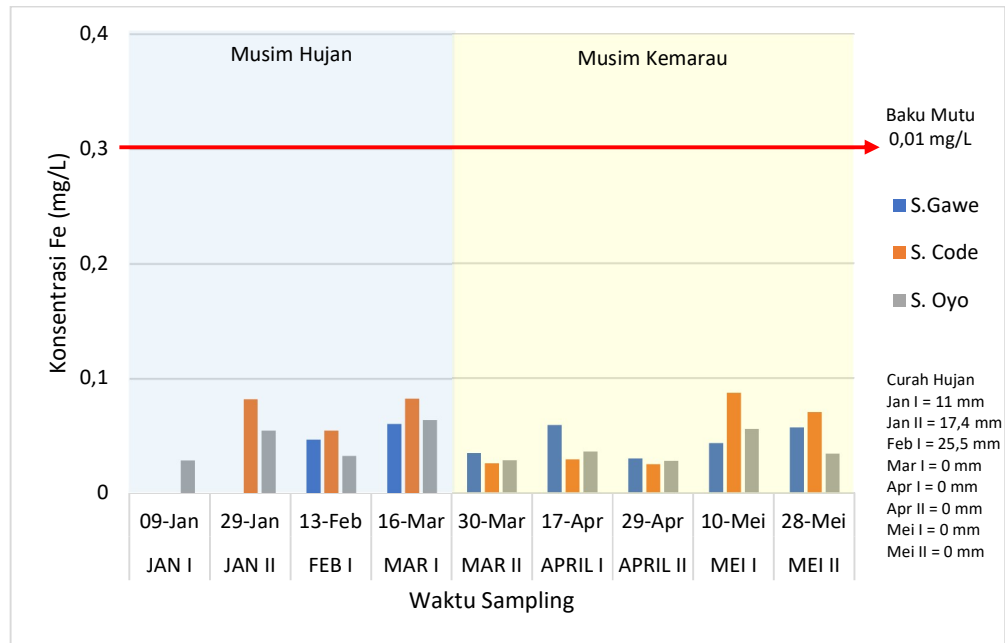
Gambar 4. 11 Diagram Konsentrasi Cd per bulan pada Sungai Gawe, Code, dan Oyo

Pada **Gambar 4.11** merupakan konsentrasi logam Cd di tiap anak sungai ke Sungai Opak memiliki tren fluktuatif baik pada *Site Gawe*, *Site Code* dan *Site Oyo*. Nilai konsentrasi logam Cd terendah masing-masing *site* terdapat pada periode yang sama yaitu dibulan April. Kandungan konsentrasi logam Cd di perairan Sungai Opak mayoritas masih dibawah ambang batas atau telah memenuhi baku mutu yang ditetapkan pemerintah adalah 0,01 mg/L untuk kategori kelas air I sampai IV. Logam Cd didalam perairan dapat ditemukan terlarut didalam air. Besarnya kandungan logam Cd dapat disebabkan adanya buangan limbah domestik dan rumah tangga ke perairan baik secara langsung maupun tidak langsung. Terlihat bahwa logam Cd pada saat musim hujan lebih tinggi dibandingkan konsentrasi Cd pada musim kemarau. Hal ini dapat diakibatkan karena zat pencemar yang masuk ke badan air Sungai Opak saat melakukan sampling sangat tinggi, mengingat cuaca pada pada saat melakukan pengambilan sampel air terjadi hujan deras. Berdasarkan data tersebut dapat dikatakan bahwa musim mempengaruhi konsentrasi logam Cd pada Sungai Opak.



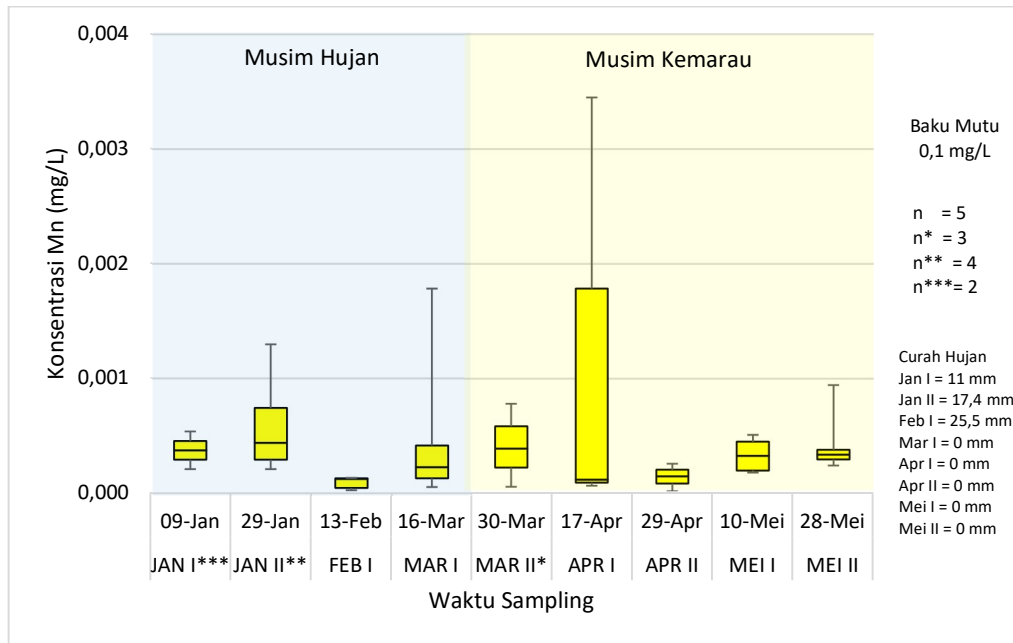
Gambar 4. 12 Diagram *Boxplot* Konsentrasi Fe per Bulan pada Sungai Opak

Pada **Gambar 4.12** diagram *boxplot* konsentrasi logam Fe di sepanjang Sungai Opak memiliki tren yang fluktuatif dengan nilai rata-rata konsentrasi logam Fe dari bulan Januari periode I sampai Mei periode II berkisar antara 0,03 mg/L sampai dengan 0,188 mg/L. Nilai konsentrasi logam Fe yang tertinggi terdapat pada bulan Januari periode I. Pada air permukaan logam Fe sangat jarang ditemukan melebihi 1 mg/L. Dari gambar diatas diketahui bahwa konsentrasi logam Fe pada Sungai Opak mayoritas tidak melebihi baku mutu yang telah ditetapkan. Logam Fe tidak mengalami perubahan signifikan baik pada musim hujan ataupun pada saat musim kemarau. Perubahan konsentrasi logam Fe pada saat musim hujan dapat diakibatkan oleh masuknya pencemaran ke badan air melalui limpasan air hujan dari daratan. Data konsentrasi logam Fe diperairan Sungai Opak memiliki variasi ragam data yang lebih banyak pada musim hujan dibandingkan konsentrasi logam Fe pada saat musim kemarau.



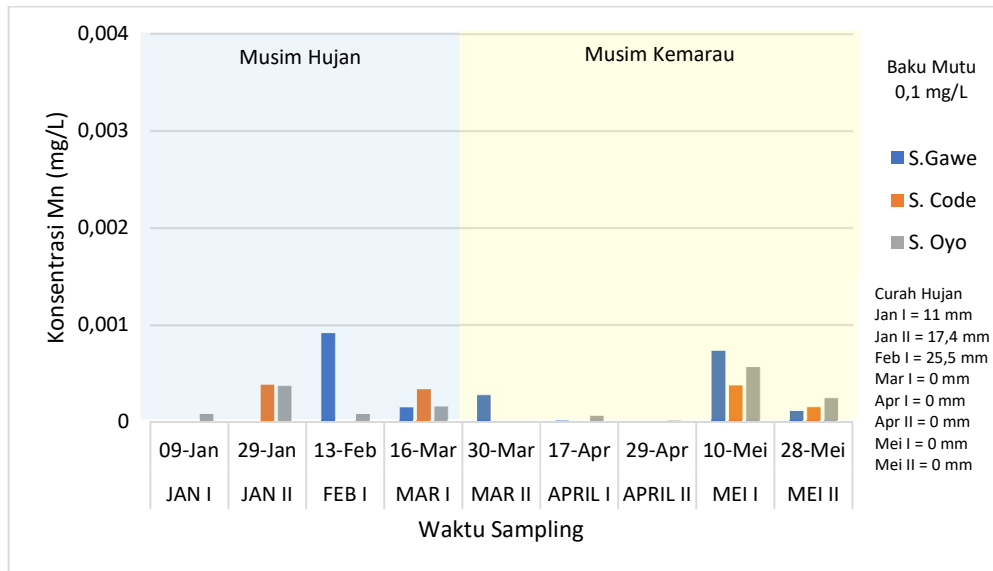
Gambar 4. 13 Diagram Konsentrasi Fe per Bulan pada Sungai Gawe, Code, dan Oyo

Pada **Gambar 4.13** merupakan konsentrasi logam Fe di tiap anak sungai yang akan mengalir ke Sungai Opak memiliki tren fluktuatif baik pada *Site* Gawe, *Site* Code dan *Site* Oyo. Adapun ambang batas kandungan logam Fe pada perairan sungai yaitu 0,3 mg/L. Pada umumnya logam Fe adalah logam yang dapat larut didalam air dan sering kali ditemukan dari proses korosif sebuah logam. Sumber pencemaran logam Fe pada badan air berasal dari korosi pipa-pipa air yang berada di sungai, pestisida, keramik, industri baja, baterai, dan lain sebagainya. Adanya logam secara alami ditemui dari proses mineral batuan dan adapun dari aktivitas manusia seperti pembuangan limbah domestik, industri dan lain-lain secara sembarangan ke dalam badan air sehingga ditemukannya kandungan logam di perairan Sungai Opak (WHO, 2011).



Gambar 4. 14 Diagram Boxplot Konsentrasi Mn per Bulan pada Sungai Opak

Pada **Gambar 4.14** diagram *boxplot* konsentrasi logam Mn di sepanjang Sungai Opak pada musim hujan dan musim kemarau. dengan nilai rata-rata konsentrasi logam Mn dari bulan Januari periode I sampai Mei periode II berkisar antara 0,0001 mg/L sampai dengan 0,01 mg/L. Nilai konsentrasi logam Mn yang tertinggi terdapat pada bulan April periode I. Adapun ambang batas konsentrasi logam Mn pada perairan sungai yaitu 0,1 mg/L. Dari data keseluruhan konsentrasi Logam Mn yang diperoleh menunjukkan masih dibawah baku mutu yang telah ditentukan. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi logam Mn di Sungai Opak sangatlah kecil.



Gambar 4. 15 Diagram Konsentrasi Mn per Bulan pada Sungai Gawe, Code, dan Oyo

Pada **Gambar 4.15** merupakan konsentrasi logam Mn di tiap anak sungai yang akan mengalir ke Sungai Opak pada umumnya memiliki tren fluktuatif. Data pemantauan sungai yang didapatkan masih dibawah nilai baku mutu konsentrasi logam Mn sebesar 0,1 mg/L. Pada bulan Februari I, Maret periode II, April periode I dan II, di beberapa titik pengambilan sampel air konsentrasi logam Mn tidak terdeteksi alat AAS karena mempunyai konsentrasi yang sangat rendah. Adanya logam Mn dalam perairan biasanya diikuti oleh keberadaan logam Fe namun dalam konsentrasi yang sangat rendah pada air permukaan. Logam Mn merupakan logam dengan kandungan kadar $\pm 0,2$ L pada perairan alami. Sumber pencemaran Mn dapat berasal dari kegiatan industri, kegiatan rumah tangga, serta dapat berasal penggunaan pupuk yang mengandung logam Mn pada sektor pertanian.

Berdasarkan hasil pemantauan di Sungai Opak dapat dikatakan telah tercemar oleh logam Pb dan Cd. Logam Pb memiliki konsentrasi yang melebihi baku mutu baik saat musim hujan dan musim kemarau. Namun adanya pencemaran logam Cd hanya dapat ditemukan pada saat musim hujan.

4.3 Analisis Statistik

Berikut merupakan hasil perhitungan dengan menggunakan metode analisis *One-way* ANOVA. Membandingkan variabel lokasi dan musim terhadap kandungan konsentrasi logam Pb, Cd, Fe, dan Mn disepanjang Sungai Opak. Berikut hasil analisis statistik *One-way* ANOVA dengan menggunakan *software Microsoft Excel* pada **Tabel 4.2**.

Tabel 4. 3 Signifikansi Lokasi dan Musim terhadap Logam Berat

Variabel	Parameter	<i>p-value</i> *	Keterangan
Lokasi	Pb	0,973887924	Tidak Signifikan
	Cd	0,971952011	Tidak Signifikan
	Fe	0,223133046	Tidak Signifikan
	Mn	0,127752752	Tidak Signifikan
Musim	Pb	4,39598E-08	Signifikan
	Cd	2,46336E-16	Signifikan
	Fe	0,002155025	Signifikan
	Mn	0,834963659	Tidak Signifikan

*Perhitungan Analisis *One-way Anova* dapat dilihat pada Lampiran 5

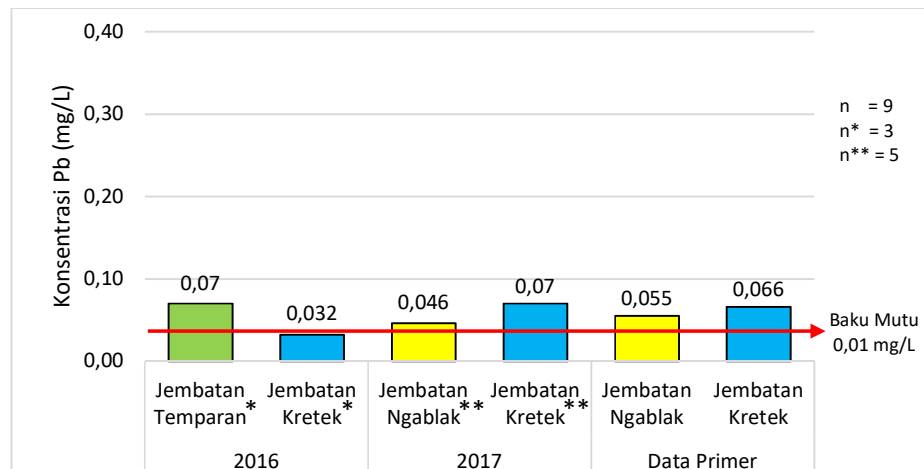
**Nilai Signifikansi (<0.05)

Dari **Tabel 4.3** diatas diketahui bahwa parameter logam berat terhadap variabel lokasi memiliki nilai *p-value* >0,05 yang menandakan bahwa lokasi tidak berpengaruh secara signifikan terhadap perubahan nilai rata-rata konsentrasi logam berat di sepanjang Sungai Opak. Pada variabel musim yang dilakukan selama bulan Januari sampai Mei, didapatkan *p-value* pada parameter logam Pb, Cd, dan Fe memiliki nilai lebih kecil dari 0,05 menandakan bahwa perubahan musim akan berpengaruh secara signifikan terhadap konsentrasi rata-rata logam Pb, Cd, dan Fe. Logam Mn memiliki nilai *p-value* lebih besar dari 0,05 menandakan tidak berpengaruh secara signifikan terhadap perubahan musim di sepanjang Sungai Opak.

4.4 Perbandingan Data Primer Penelitian dengan Data Sekunder

Pada penelitian ini membandingkan data hasil nilai pengukuran kualitas air parameter logam seperti logam Pb, Cd, Fe, dan Mn dengan menggunakan data sekunder hasil pengukuran air di Sungai Opak yang berasal dari Badan Lingkungan Hidup (BLH) Provinsi D.I. Yogyakarta. Penelitian ini membandingkan di 2 titik pengamatan yaitu pada Jembatan Ngablak sebagai bagian tengah dan Jembatan Kretek sebagai bagian hilir sungai. Tidak ditentukannya bagian hulu sungai karena titik hilir sungai pada Sungai Opak yang dipantau oleh BLH D.I. Yogyakarta dengan penelitian ini memiliki tempat pengambilan yang berbeda.

Berikut merupakan perbandingan data primer dan sekunder kualitas air berdasarkan parameter logam Pb yang dapat dilihat pada **Gambar 4.16**.



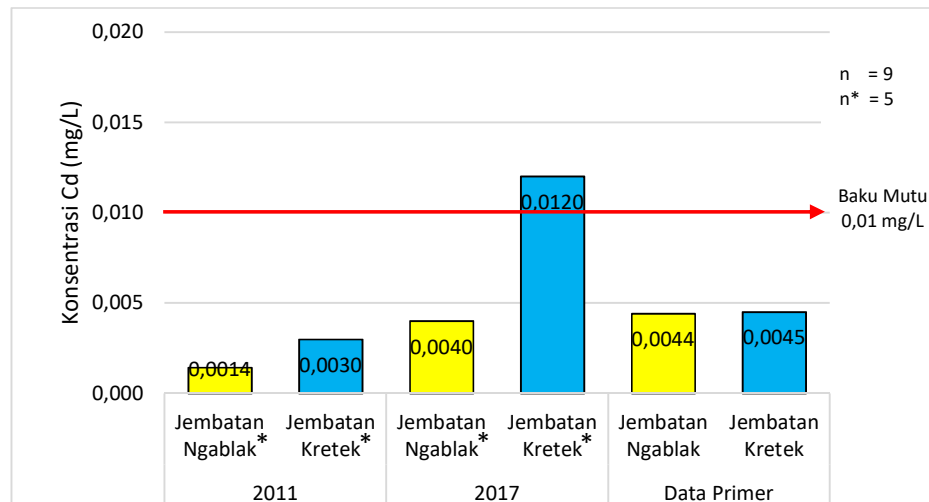
*Perbandingan data sekunder dengan data primer terdapat pada lampiran 6

Gambar 4. 16 Perbandingan Data Primer dan Sekunder Logam Pb

Berdasarkan **Gambar 4.16** terlihat perbandingan data primer dan data sekunder yang berasal dari BLH D.I. Yogyakarta tidak mengalami perubahan yang signifikan tiap tahun. Adapun pada tahun 2016 BLH D.I. Yogyakarta tidak melakukan pemantauan hasil kualitas air di Jembatan Ngablak sebagai pengganti yang paling mendekati dengan titik pemantauan yaitu menggunakan titik sampling di Jembatan Tempatan yang berjarak sekitar 2,6 km dari Jembatan Ngablak. Dari

data primer dan data sekunder yang berasal dari BLH D.I. Yogyakarta telah melebihi baku mutu air yaitu 0,03 mg/L.

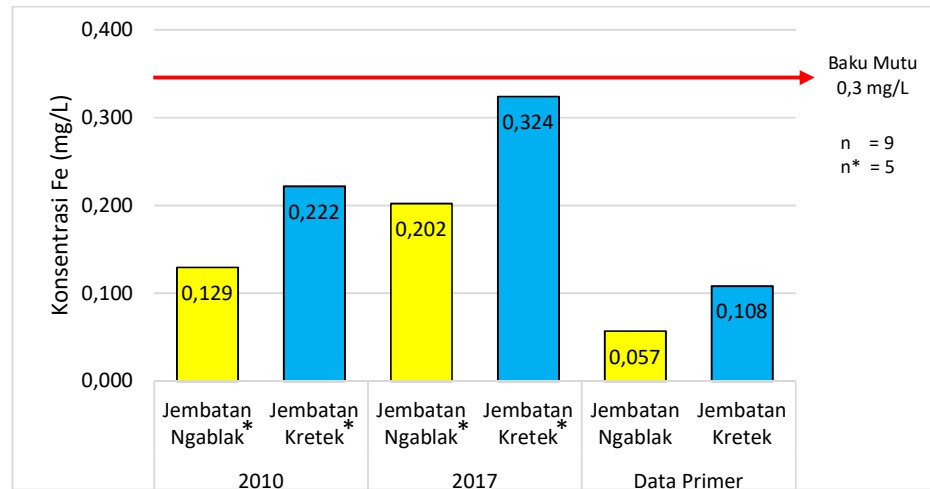
Berikut merupakan perbandingan data primer dan sekunder kualitas air berdasarkan parameter logam Cd yang dapat dilihat pada **Gambar 4.17**.



Gambar 4. 17 Perbandingan Data Primer dan Sekunder Logam Cd

Berdasarkan **Gambar 4.17** terlihat perbandingan data primer dan data sekunder yang berasal dari BLH D.I. Yogyakarta mengalami tren fluktuasi. Data sekunder yang tersedia pada logam Cd menggunakan data tahun 2011 dan tahun 2017 dari BLH D.I. Yogyakarta. Data ini diambil karena dari pihak BLH D.I. Yogyakarta tidak melakukan pemantauan kualitas air logam Cd pada tahun 2016 dan tahun sebelumnya di Jembatan Ngablak dan Jembatan Kretek. Perbedaan konsentrasi antara data primer dan data sekunder dipengaruhi oleh waktu pengambilan sampel, kondisi lingkungan disekitar serta aktivitas manusia yang berada pada lokasi titik pengamatan.

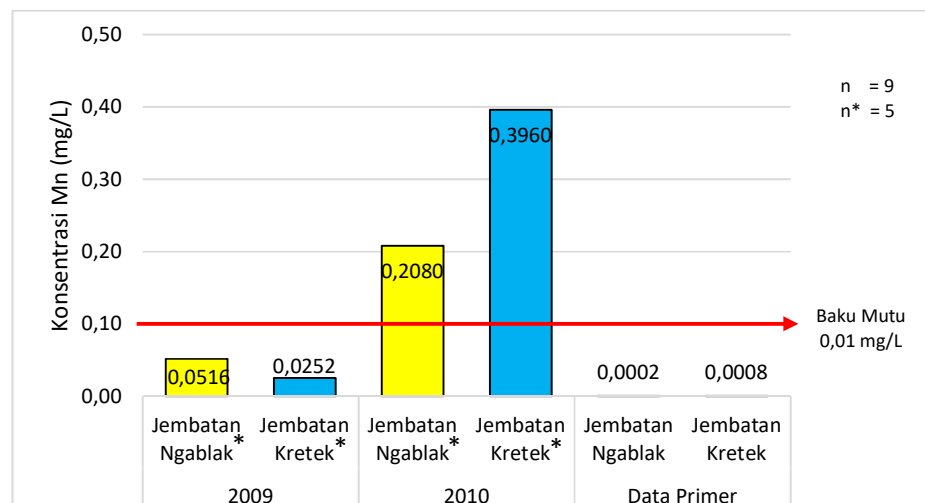
Berikut merupakan perbandingan data primer dan sekunder kualitas air berdasarkan parameter logam Fe yang dapat dilihat pada **Gambar 4.18**



Gambar 4. 18 Perbandingan Data Primer dan Sekunder Logam Fe

Berdasarkan **Gambar 4.18** terlihat perbandingan data primer dan data sekunder yang berasal dari BLH D.I. Yogyakarta mengalami tren fluktuatif. Data sekunder logam Fe menggunakan data tahun 2010 dan tahun 2017 dari BLH D.I. Yogyakarta. Data ini diambil karena dari pihak BLH D.I. Yogyakarta tidak melakukan pemantauan kualitas air logam Fe pada tahun 2016 dan tahun sebelumnya di Jembatan Ngablak dan Jembatan Kretek.

Berikut merupakan perbandingan data primer dan sekunder kualitas air berdasarkan parameter logam besi Fe yang dapat dilihat pada **Gambar 4.19**.



Gambar 4. 19 Perbandingan Data Primer dan Sekunder Logam Mn

Berdasarkan **Gambar 4.19** terlihat perbandingan data primer dan data sekunder yang berasal dari Badan Lingkungan Hidup D.I. Yogyakarta mengalami tren fluktuatif. Data yang tersedia pada data sekunder logam Fe menggunakan data tahun 2009 dan tahun 2010 dari BLH D.I. Yogyakarta.

Tingginya kandungan logam Mn pada tahun 2010 diketahui bahwa pada tahun tersebut diakibatkan oleh fenomena dampak meletusnya erupsi Gunung Merapi. Erupsi Gunung Merapi akan membawa material yang memiliki kandungan logam Fe sehingga terbawa ke dalam badan air Sungai Opak. Dari gambar tersebut telah terjadi peningkatan kualitas air parameter logam Mn tiap waktu. Perbedaan konsentrasi logam Pb, Cd, Fe, dan Mn antara data primer dan data sekunder dipengaruhi oleh waktu pengambilan sampel, kondisi lingkungan di sekitar serta aktivitas manusia yang berada pada lokasi titik pengamatan.