

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Air

Pencemaran suatu perairan ialah istilah polusi air dimana penyebab terjadinya suatu pencemaran yang masuknya makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain ke dalam air sehingga menyebabkan suatu perairan tersebut menurun kuantitas dan kualitasnya serta tercemar perairan tersebut. Kondisi dimana air yang mengalami pencemaran oleh zat lain yang tidak diinginkan menyebabkan terjadi penyimpangan sifat-sifat air dari keadaan semestinya. Dimana kandungan zat pencemarnya biasanya mengandung bahan-bahan asing dalam jumlah yang melebihi batas tertentu. Dengan demikian air atau suatu perairan yang tercemar oleh zat lain tersebut menyebabkan akhirnya tidak dapat digunakan untuk keperluan makhluk hidup secara optimal (Warlina, 2004).

2.1.1 Sumber Pencemar

Kegiatan manusia tidak lepas pastinya dengan hasil sisa buangan dari aktivitas yang dilakukan. Begitu juga dengan aktivitas manusia yang ada disepanjang aliran sungai. Banyak sumber pencemar biasanya berada di perairan yang berasal dari kegiatan manusia itu sendiri baik secara langsung maupun tidak langsung. Dapat juga permasalahan pencemaran air berkaitan dengan populasi manusia atau kepadatan penduduk disepanjang aliran sungai. Dengan bertambahnya populasi manusia yang tumbuh disekitar sepanjang aliran sungai sedemikian dapat diperkirakan bertambahnya aktivitas buangan dari aktivitas manusia itu sendiri. Terkait dengan sumber pencemar oleh kegiatan manusia, sumber pencemar sendiri dapat dikelompokkan menjadi *point source* dan *non-point source*. *Point source* adalah tempat-tempat yang menjadi sumber pencemaran yang diketahui secara pasti, misalnya: limbah dengan bersumber seperti dari suatu aktivitas pabrik kimia dan sebagainya. *Non-point source* adalah pencemaran asal sumbernya dari suatu aktivitas

seperti area tersebar seperti pertanian, pedesaan atau permukiman yang tidak tersedia sistem *riol* secara khusus (Asdak, 2002; dalam Komarudin, 2015).

Sumber pencemar yang masuk ke badan sungai berasal dari berbagai macam aktivitas. Pencemaran dapat dibedakan berdasarkan jenis-jenis pencemar dan sumber pencemar asalnya yang dikemukakan oleh Davis dan Cornwell (1991; dalam Effendi 2003), berikut merupakan Tabel 2.1 sebagai jenis-jenis pencemaran dan sumber pencemar yang ada diperairan sungai sebagai berikut.

Tabel 2.1 Jenis-jenis Pencemar dan Sumber Pencemar Sungai

No	Jenis Pencemar	Sumber Tertentu (<i>point source</i>)		Sumber Tidak Tertentu (<i>non point source</i>)	
		Limbah Domestik	Limbah Industri	Limpasan Daerah Pertanian	Limpasan Daerah Perkotaan
1	Limbah yang dapat menurunkan kadar oksigen	X	X	X	X
2	Nutrien	X	X	X	X
3	Patogen	X	X	X	X
4	Sedimen	X	X	X	X
5	Garam-garam	-	X	-	X
6	Logam yang toksik	-	X	-	X
7	Bahan organik yang toksik	-	X	X	-
8	Pencemaran panas	-	X	-	-

Sumber: Davis dan Cornwell (1991; dalam Effendi 2003)

Sumber pencemar yang masuk kedalam suatu perairan bersumber dari berbagai macam sumber. Sumber pencemar pada Tabel 2.1 menunjukkan pencemar air sungai dapat diklasifikasikan menjadi dua macam sumbernya yaitu sumber pencemar titik (SPT)/ *point source* dan sumber pencemar non titik (SPNT)/ *non-point source*. SPT menunjukkan sumber suatu buangan polutan yang dapat ditimbulkan oleh sumber spesifikasi dengan lokasi buangan/ output dari buangan tersebut diketahui, dengan tentunya lokasi

buangan polutan pada titik tersebut, sedangkan SPNT menunjukkan polusi yang dikoreksi, ditransportasi serta dibuang lewat limpasan air atau buangan dari polutan tersebut secara outputnya tersebar tidak pada satu titik buangan yang pasti (tersebar) dan pada suatu kawasan. SPNT sering juga disebut sumber area atau sumber menyebar dengan tidak memiliki titik pencemar yang pasti.

2.1.2 Dampak Pencemaran Sungai

Pencemaran air dapat berdampak sangat luas dan berefek baik tidak langsung maupun secara langsung yang dapat mempengaruhi berbagai aktivitas di dalamnya, misalnya pada aktivitas manusia yaitu dapat meracuni air minum, air sungai sebagai sumber air minum untuk beberapa hewan atau makhluk hidup lainnya yang dapat meracuni apabila ada sumber polutan yang tidak diinginkan, merupakan penyebab ketidakseimbangan ekosistem yang ada di suatu perairan sungai maupun danau, pengrusakan terhadap hutan akibat hujan asam dan sebagainya. Di badan suatu perairan sungai maupun danau, nitrogen dan fosfat dari suatu aktivitas pertanian dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman di suatu perairan tersebut yang di luar kendali disebut eutrofikasi (*eutrofication*). Dimana ledakan suatu pertumbuhan dalam suatu perairan tersebut menyebabkan oksigen yang seharusnya digunakan bersama oleh seluruh tumbuhan atau hewan di suatu perairan tersebut menjadi berkurang. Ketika matinya tanaman air tersebut, oleh dekomposer terhadap proses dekomposisinya menyebabkan menyedot lebih banyak oksigen. Akibatnya berkurangnya jumlah oksigen di suatu perairan tersebut maka ikan akan mati dan akan mempengaruhi aktivitas bakteri yaitu akan menurun (Warlina, 2004).

2.2 Parameter Kualitas Air

Menurut (Effendi, 2003) adapun karakteristik atau suatu indikator penting dalam kualitas air yang disarankan dapat dianalisis sehubungan dengan pemanfaatan sumber daya air untuk berbagai keperluan, diantaranya parameter terkait dengan kondisi fisik/fisika, kimia, dan biologi. Dengan adanya indikator bahwa air dalam lingkungan suatu perairan telah tercemar

adalah dengan terjadi perubahan atau tanda yang dapat diamati dapat digolongkan sebagai berikut menjadi:

- Pengamatan berdasarkan kondisi secara fisik
- Pengamatan berdasarkan kondisi secara kimiawi
- Pengamatan berdasarkan kondisi secara biologis

Terkait dengan penentuan daya tampung beban pencemar di Sungai Opak dilakukan dengan menggunakan beberapa parameter secara fisik, kimiawi, maupun biologis sebagai kunci terkait dengan kualitas air sungai yang dapat mengindikasikan adanya pencemaran di Sungai Opak. Parameter yang digunakan yaitu: BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solid*), NO_3 (nitrat), dan PO_4 (fosfat).

Menurut Lesmana (2001) adapun daripada parameter yang ada tersebut dimana parameter lain seperti pH juga berpengaruh terhadap suasana disuatu perairan tersebut, dimana tinggi rendahnya nilai pH di perairan merupakan suasana tertentu dapat mempengaruhi reaksi pengangkatan oksigen. Jika nilai pH mengalami kenaikan yang terjadi diimbangi oleh kadar CO_2 yang terlarut dalam air. Sehingga, tingginya CO_2 akan menurunkan pH. Dalam suatu perairan apabila kandungan O_2 lebih banyak daripada CO_2 akan mengakibatkan naiknya nilai pH, dengan fluktuasi nilai pH akan menentukan kecepatan reaksi polutan dan oksigen dalam suatu perairan. Suhu pada air yang mengalami kenaikan suhu suatu perairan akan berpengaruh pada salinitas, sehingga ekosistem di perairan seperti ikan air payau akan melakukan proses osmoregulasi dari daerah air payau dan akan melakukan toleransi yang tinggi dibandingkan ikan air laut dan ikan air tawar. Berikut merupakan parameter kunci yang digunakan dalam penentuan daya tampung beban pencemar yang ada di Sungai Opak dengan beberapa parameter kunci sebagai berikut:

2.2.1 Kebutuhan Oksigen Biokimia (BOD/ *Biochemichal Oxygen Demand*)

Oksigen terlarut dibutuhkan oleh tumbuhan dan hewan yang hidup didalam air untuk kelangsungan hidup. Kehidupan makhluk hidup dalam suatu perairan dapat bertahan apabila oksigen terlarut tersebut minimal

sebanyak 5 mg/L. Oksigen terlarut di dalam suatu perairan merupakan hasil dari proses fotosintesis tanaman yang ada di perairan tersebut dan dari udara atau atmosfer yang masuk dengan kecepatan tertentu yang ada di dalam air (Kristanto, 2004).

Kebutuhan oksigen atau *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) oleh mikroorganisme dalam suatu perairan selama proses penghancuran bahan organik. Dalam proses penghancuran bahan organik tersebut oleh mikroorganisme yang ada di perairan dimana pada waktu tertentu dan dengan suhu 20 °C. Dalam kurun waktu 20 hari, oksidasi mencapai 95-99% merupakan oksidasi biokimia dalam proses yang lambat dan secara teoritis memerlukan reaksi sempurna dan dalam waktu 5 hari seperti pada umumnya digunakan sebagai pengukuran parameter BOD yang dimana kesempurnaan oksidasinya mencapai 60–70%. Pada suhu 20 °C merupakan nilai rata-rata dari daerah perairan itu sendiri sebagai arus lambat di daerah iklim sedang dan mudah ditiru dalam inkubator. Kecepatan reaksi biokimia tergantung dari suhu, dengan hasil yang berbeda akan diperoleh pada suhu yang berbeda (Achmad, 2004).

2.2.2 Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD/ *Chemical Oxygen Demand*)

Jumlah kandungan bahan organik di dalam suatu perairan dapat dilakukan dengan suatu pengujian yang lebih cepat daripada uji BOD, yaitu berdasarkan reaksi kimia dari suatu bahan oksidanya yaitu uji COD. Dimana uji COD merupakan suatu pengujian yang dibutuhkan oleh oksidan, misalnya kalium dikromat sebagai mengoksidasi bahan-bahan organik yang terdapat di dalam suatu perairan (Fardiaz, 1992).

Nilai COD merupakan gambaran dari jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didegradasi secara biologis (*degradable*) maupun yang sukar didegradasi secara biologis (*non-degradable*) menjadi CO₂ dan H₂O. Jumlah mikroorganisme ini tergantung oleh tingkat kebersihan dari suatu perairan tersebut, apabila tingkat pencemaran pada perairan tersebut relatif bersih maka kandungan mikroorganisme lebih sedikit dibandingkan dengan perairan tercemar.

2.2.3 Residu Padatan Tersuspensi (TSS/ *Total Suspended Solid*)

Total Suspended Solid atau TSS merupakan residu padatan tersuspensi merupakan parameter fisik yang ada pada perairan dimana padatan tersuspensi ialah suatu bahan-bahan tersuspensi yang ada di suatu perairan dengan diameter lebih besar dari 1 mikrometer, padatan ini tertahan pada saringan *milipore* dengan diameter pori 0,45 mikrometer. Residu padatan tersuspensi (TSS) itu sendiri merupakan komponen yang terdiri atas komponen seperti lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik, yang terutama disebabkan oleh erosi tanah atau kikisan tanah yang terbawa ke badan air (Effendi, 2003).

Timbulnya kekeruhan yang terjadi di perairan oleh adanya padatan dari lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik yang dimana tidak terlarut dan tidak dapat mengendap secara langsung. Kandungan yang ada pada partikel-partikel tersebut terdiri dari ukuran maupun beratnya lebih kecil daripada sedimen, misalnya bahan-bahan organik, maupun sel-sel mikroorganisme maupun. Kandungan residu tersuspensi yang ada di dalam suatu perairan dapat menyebabkan pengurangan penetrasi sinar atau menghambat cahaya matahari masuk ke perairan tersebut sebagai bahan yang dibutuhkan organisme yang ada di perairan sehingga pengaruhnya terhadap regenerasi oksigen secara fotosintesis (Fardiaz, 1992).

2.2.4 NO_3 (Nitrat)

Parameter nitrat di dalam suatu perairan merupakan salah satu parameter pencemar yang dapat menentukan kualitas dari suatu air. Dimana senyawa ini merupakan senyawa yang sangat penting dalam kehidupan, karena nitrogen merupakan salah satu nutrisi utama yang berperan dalam pertumbuhan organisme yang hidup. Senyawa ini juga merupakan komponen dasar protein yang keberadaannya di perairan digunakan oleh produsen untuk memproduksi sel oleh hewan dan tumbuh-tumbuhan. Dalam lingkungan perairan sendiri nitrogen terlarut dapat diikat oleh sejumlah bakteri dan alga. Senyawa yang digunakan oleh tumbuhan dan mikroorganisme yang ada di perairan seperti nitrat dan amoniak sebagai proses biosintesis (asimilasi) untuk membentuk sel baru yang akan menghasilkan nitrogen organik. Nitrat

disuatu perairan secara alamiah memiliki kadar yang rendah, akan tetapi peningkatan nilai nitrat dapat disebabkan oleh adanya penggunaan pupuk pada pertanian yang dimana rembesan dari aliran pertanian tersebut masuk ke badan sungai sebagai sumber pencemar tersebar (Herlambang A dan Marsidi R., 2003).

2.2.5 PO_4 (Fosfat)

Dalam perairan sendiri fosfat tidak ditemukan bentuk bebas sebagai elemen, akan tetapi dalam bentuk senyawa anorganik yang terlarut yaitu ortofosfat dan polifosfat. Senyawa organik fosfat sendiri merupakan berupa partikulat. Senyawa fosfat dalam bentuk ion besi dan kalsium merupakan bentuk kompleks dari kondisi aerob, bersifat tidak larut, dan mengendap pada sedimen sehingga tidak dapat dimanfaatkan oleh algae akuatik (Effendi, 2003).

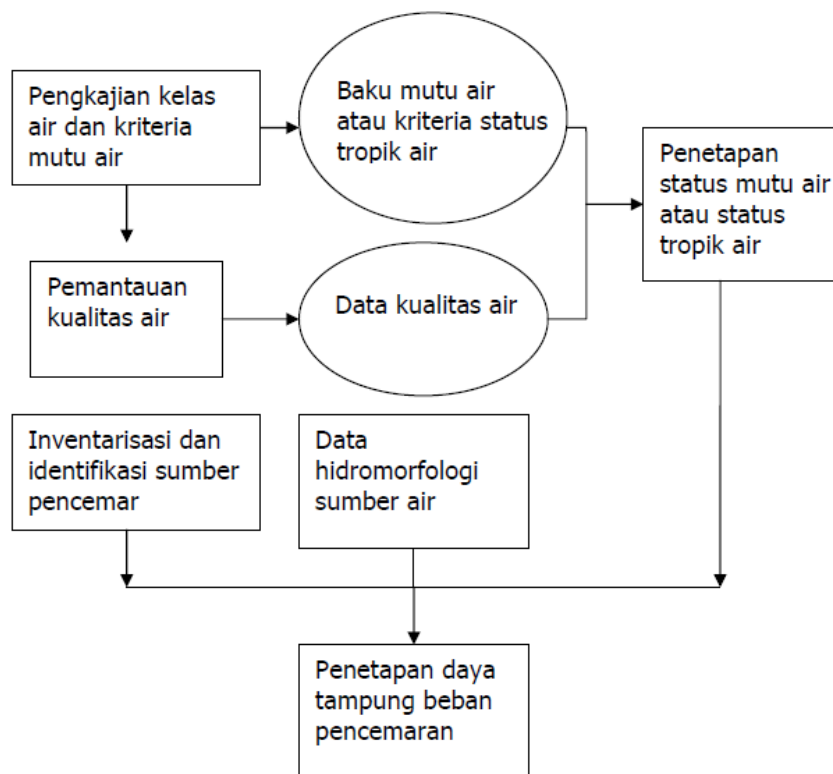
Kandungan fosfat total dalam perairan alamiah jarang melebihi 1 mg/L, sedangkan kadar fosfat yang diperkenankan bagi kepentingan air minum adalah 0,2 mg/L dalam bentuk fosfat (PO_4). Tingkat maksimum fosfat yang disarankan untuk sungai dan perairan yang telah dilaporkan adalah 0,1 mg/L sedangkan konsentrasi fosfat sebesar 0,025 mg/L dapat mempercepat proses eutrofikasi di sungai (Mahyudin dkk., 2015).

2.3 Daya Tampung Beban Pencemar (DTBP)

Nilai daya tampung beban pencemar adalah nilai yang menggambarkan kemampuan dari sumber air untuk menerima suatu beban pencemar dari berbagai sumber pencemar tiap menjadikan sumber air tersebut ikut tercemar. Dimana hasil dari nilai daya tampung suatu perairan terutama dapat dilakukan penilaian daya tampung pada air sungai yang kemudian telah didapatkan akan digunakan sebagai alat pertimbangan penentuan keputusan dan kebijakan daerah seperti:

1. Penetapan rencana tata ruang,
2. Pemberian izin usaha atau kegiatan,
3. Pemberian izin pembuangan limbah, dan

4. Penetapan mutu air serta arah kebijakan pengendalian pencemaran air dalam Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 1 Tahun 2010. Pada gambar dibawah ini merupakan Tahapan Penetapan Daya Tampung Beban Pencemar Air yaitu sebagai berikut.



Gambar 2.1 Tahapan Penetapan Daya Tampung Beban Pencemar Air

Sumber: Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 1 Tahun 2010

Pada Gambar 2.1 menunjukkan tahapan penetapan daya tampung beban pencemar yang ada pada perairan dengan melakukan pengkajian kelas air dan kriteria mutu air dalam suatu sumber perairan tersebut. Kemudian hasil yang didapatkan yaitu baku mutu air atau kriteria status tropik air dan dapat dilakukan pemantauan kualitas air yang kemudian menjadi data kualitas air. Dari adanya data baku mutu air dan data kualitas air didapatkan penetapan status mutu air atau status tropik air. Dengan adanya penetapan status mutu air kemudian dapat dilakukan penetapan daya tampung beban pencemaran dengan data tambahan yaitu data hidromorfologi sumber air serta inventarisasi dan identifikasi sumber pencemar.

2.4 Baku Mutu Air

Baku mutu dalam suatu perairan merupakan suatu ambang batas dari kadar suatu komponen-komponen kimia, makhluk hidup, zat atau energi yang masih diperbolehkan terhadap pada suatu sumber air yaitu berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001. Baku mutu dalam suatu perairan dapat disesuaikan dengan peruntukan atau keperluan dari sumber air tersebut dengan berdasarkan keberadaan sumber air. Baku mutu yang ada pada Sungai Opak dengan keputusan atau mengacu pada Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 20 Tahun 2008 dikarenakan daerah administrasi dari letak Sungai Opak itu sendiri maka mengacu pada peraturan tersebut. Klasifikasi baku mutu air dibagi menjadi empat yaitu:

1. Kelas I: peruntukan air dapat digunakan sebagai air baku air minum, dan atau dapat digunakan untuk peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
2. Kelas II: peruntukan air dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air digunakan sebagai peruntukan suatu pengairan pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
3. Kelas III: peruntukan air dapat digunakan sebagai pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
4. Kelas IV: peruntukan air dapat digunakan sebagai mengairi pertanian dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

2.5 Metode Numerik Terkomputerisasi (QUAL2Kw)

Metode yang dapat dilakukan dengan perhitungan daya tampung suatu kualitas perairan berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 110 Tahun 2003, dapat dilakukan dengan berbagai metode seperti: (1)

metode neraca massa, (2) metode Streeter-Phelps, dan (3) metode numerik terkomputerisasi (QUAL2Kw).

QUAL2Kw merupakan program komputer yang dapat membuat simulasi model dari parameter kualitas air. Program pada QUAL2Kw ini dapat merepresentasikan sebuah sungai sebagai saluran satu dimensi dengan beban *non-uniform*, aliran tunak (*steady flow*) dengan menampilkan sebuah simulasi beban polutan baik dari *point source* maupun *non-point source* (Pelletier, 2008). Pemodelan metode QUAL2Kw dapat digunakan sebagai alat pengolahan dalam suatu kualitas air sungai karena model kualitas air sungai yang dihasilkan akan menggambarkan respon badan air terhadap polusi sehingga dapat dijadikan acuan untuk kebijakan dan peraturan serta perizinan beban polutan yang dapat dibuang ke dalam badan sungai (Oliveira dkk., 2012).

QUAL2Kw merupakan modifikasi dari pemodelan QUAL2K, dimana QUAL2Kw dan QUAL2K merupakan versi modern dari QUAL2E 2002. Pemodelan QUAL2Kw mencakup beberapa elemen baru yang digunakan untuk berbagai variasi jangkauan jarak. Beberapa beban dapat dimasukkan untuk beragam jangkauan. Digunakan dua bentuk karbon CBOD untuk mewakili organik karbon lain. Bentuk ini adalah hasil dari oksidasi lambat (*slow CBOD*) dan oksidasi cepat (*fast CBOD*) (Kannel, 2011).

Berdasarkan Pelletier dan Chapra (2008), pemodelan kualitas air dengan QUAL2Kw mempertimbangkan aspek-aspek berikut:

1. *One Dimensional* atau satu dimensi air dianggap tercampur secara vertikal atau lateral.
2. *Dynamic Head Budget* dimana temperatur dan neraca panas disimulasikan sebagai fungsi meteorologi pada skala waktu.
3. *Dynamic Water-Quality Kinetics* dimana seluruh variabel kualitas air yang diinginkan disimulasikan pada satu skala waktu.
4. *Head Mass Input* yang berarti sumber pencemar titik (SPT) dan sumber pencemar non titik (SPNT) dapat disimulasikan.

Pemodelan QUAL2Kw merupakan model yang dapat membagi sistem sungai menjadi penggal-penggal. Pemodelan QUAL2Kw diimplementasikan

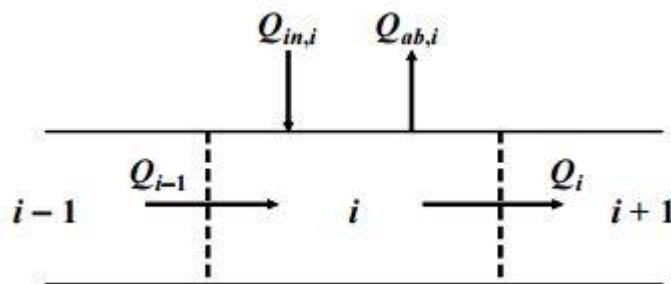
pada lingkungan *Microsoft Windows* dengan berbagai perhitungan numerik didalamnya yang diprogramkan pada *Fortran*. *Microsoft Excel* digunakan sebagai input dan output atau *graphical user interface* saja dan semua operasi *interface* pemodelan diprogramkan dalam *Microsoft Office Macro Language: VBA*.

Pemodelan QUAL2Kw memperhitungkan kesetimbangan aliran dengan pola aliran *steady state* satu dimensi. Kesetimbangan aliran pada kondisi *steady state* untuk setiap penggal diilustrasikan pada Gambar 2.2 dan dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$Q_i = Q_{i-1} + Q_{in,i} - Q_{ab,i}$$

Keterangan:

- Q_i = Debit aliran penggal i yang masuk ke penggal hilir $i+1$ (m^3/detik)
- Q_{i-1} = Debit aliran dari penggal hulu $i-1$ (m^3/detik)
- $Q_{in,i}$ = Total debit yang masuk ke penggal i dari sumber pencemar titik dan non titik (m^3/detik)
- $Q_{ab,i}$ = Total debit yang keluar dari penggal i yang disebabkan oleh sumber pencemar titik dan non titik (m^3/detik)



Gambar 2.2 Kesetimbangan Aliran Pada Penggal Sungai

(Sumber: Pelletier dan Chapra, 2008)

Berikut merupakan kelebihan dan kekurangan metode dalam *software* QUAL2Kw.

Kelebihan metode QUAL2Kw sebagai berikut:

- 1) Aplikasi QUAL2Kw dapat mensimulasikan beberapa komponen lain yang secara tipikal dimasukan di dalam fasilitas *software* secara umum.

- 2) Secara khusus pada model QUAL2Kw ini mensimulasikan parameter-parameter seperti pH, alkalinitas, padatan tersuspensi (*suspended solid*), bakteri patogen, dan algae dasar.
- 3) Pada model dapat juga mensimulasikan pengaruh penambahan polutan terhadap kualitas air sungai.
- 4) QUAL2Kw memasukan suatu algoritma genetik untuk mengkalibrasi parameter-parameter laju kinetik secara otomatis.
- 5) Adanya fitur kalibrasi otomatis meringankan pemodel dari pekerjaan kalibrasi dengan metode *trial* dan *error* manual yang memerlukan waktu lama.

Kekurangan metode QUAL2Kw sebagai berikut:

Dalam aplikasi QUAL2Kw sendiri memiliki kekurangan dalam mensimulasikan beberapa komponen lain yang tidak secara tipikal dimasukan di dalam fasilitas yang ada pada software tersebut secara umum. Berikut merupakan kekurangan pada *software* QUAL2Kw yaitu:

- 1) Model QUAL2Kw sendiri tidak mensimulasikan konsentrasi pada parameter logam dalam air.
- 2) Perhitungan pada *software* tidak didamping dengan perhitungan neraca massa otomatis yang diperuntukan keakuratan beban pecemar dalam air permukaan (Kannel dkk., 2011).

2.6 Sungai Opak

Sungai dalam pengertiannya merupakan dimana tempat berkumpulnya air dari lingkungan yang ada di sekitarnya, mengalir menuju ke suatu tempat yang lebih rendah. Daerah tangkapan air merupakan daerah yang ada di sekitar sungai untuk mensuplai air menuju ke sungai atau juga disebut daerah penyangga. Kondisi air sungai yang tersuplai air dari daerah penyangga dipengaruhi oleh aktivitas dan perilaku penghuninya yang ada disepanjang daerah aliran sungai. Dalam kategori kualitas air sungai pada daerah hulu umumnya memiliki kualitas air yang lebih baik dibandingkan dengan daerah hilir. Karena pada daerah hulu merupakan daerah dimana dapat dilihat dari

sudut pemanfaatan lahan yang ada di daerah tersebut. Dimana daerah hulu sendiri relatif sederhana dan sifatnya yang alami seperti daerah hutan dan perkampungan kecil. Semakin ke arah hilir beragamnya pemanfaatan lahan yang semakin meningkat. Suplai limbah cair yang masuk di sepanjang aliran sungai dari daerah hulu yang menuju daerah hilir pun menjadi meningkat. Menyebabkan akhirnya daerah di hilir dengan tempat akumulasi dari proses pembuangan limbah cair yang dimulai dari hulu (Wiwoho, 2005).

Sungai Opak merupakan sungai yang terletak di sebelah selatan dari lereng Gunung Merapi dan bermuara di Pantai Parang Tritis Kabupaten Bantul. Alirannya melintasi Kabupaten Sleman dan Kabupaten Bantul. Sungai Opak memiliki panjang sungai sekitar ± 65 km. Secara geografis, Sungai Opak terletak di koordinat bagian hulu $07^{\circ}33'07.75''$ S dan $110^{\circ}27'04.75''$ T sedangkan untuk hilir $08^{\circ}00'41.65''$ S dan $110^{\circ}17'01.95''$ T.

Berdasarkan hasil pemantauan yang dilakukan secara rutin oleh Badan Lingkungan Hidup Daerah Kabupaten Bantul tiap tahunnya air sungai yang ada di kabuapten tersebut termasuk juga halnya pada Sungai Opak menunjukkan tren penurunan kualitas air sungai. Dengan penurunan tersebut ditandai semakin tingginya konsentrasi parameter-parameter yang telah melampaui baku mutu atau konsentrasi parameter-parameter tersebut semakin menjauhi baku mutu air kelas II dan semakin mendekati ambang batas untuk parameter-parameter yang belum melampaui baku mutu selama dua tahun terakhir (Laporan Status Lingkungan Hidup Daerah Kabupaten Bantul, 2015). Pemantauan yang dilakukan pada Sungai Opak dilakukan dengan sasaran 3 titik pantauan dari sungai bagian hulu kloron dengan titik koordinat LU : $07^{\circ}49'741''$ BT : $110^{\circ}27'128''$, kemudian Klenggotan dengan koordinat LU : $07^{\circ}52'613''$ BT : $110^{\circ}24'501''$, dan bagian hilir di Putat dengan koordinat LU : $07^{\circ}57'22''$ BT : $110^{\circ}21'44''$.

Dilakukan penelitian kemampuan daya tampung beban pencemar di Sungai Opak akan tetapi penggal atau daerah administrasi penelitian dibatasi. Adapaun daerah administrasi penelitian yaitu daerah Kabupaten Bantul dimulai dari titik nol atau hulu penelitian di Bendungan Karangploso, Kecamatan Piyungan sampai dengan Bendungan Tegal, Kecamatan Imogiri

atau hilir dari penelitian. Panjang Sungai Opak dalam penelitian ini adalah 16,73 km. Dengan alasan dimana daerah tersebut sumber limbah yang ada sebelumnya dan kemudian pada daerah hilir sungai sudah terjadi akumulasi. Juga pada daerah administrasi penelitian tersebut kepadatan penduduk pemukiman disepanjang aliran sungai sudah dapat dikategorikan padat pada beberapa titik.

2.7 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai daya tampung beban pencemar suatu sumber perairan telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Adapun perbedaan pada setiap penelitian mengenai daya tampung beban pencemar terdahulu adalah pada lokasi kajian dan parameter yang digunakan. Daftar penelitian-penelitian terdahulu serta perbandingan yang telah dilakukan baik di dalam ataupun di luar Indonesia dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Ringkasan Penelitian Terdahulu

No	Nama	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1	Fatimah. Skripsi Fakultas Geografi UGM. 2013	Studi Daya Tampung Beban Pencemaran Air Sungai Serang, Kulon Progo	<ul style="list-style-type: none"> Mengetahui kualitas air Sungai Serang Mengetahui status mutu air Sungai Serang Mengetahui daya tampung beban pencemaran di Sungai Serang 	Dengan menggunakan data primer dari hasil uji kualitas air. Perhitungan analisis status mutu perairan yang dihitung dengan menggunakan metode indeks pencemaran. Dengan analisis daya tampung beban pencemaran dihitung menggunakan metode neraca massa	<ul style="list-style-type: none"> Parameter kualitas air yang telah melebihi baku mutu air kelas II adalah TDS, TSS, DO,
2	Taufik Dani, Suripin, Sudarno. 2015. JURNAL ILMU LINGKUNGAN. Volume 13 Issue 2: 92-102 (2015) ISSN 1829-8907	Analisis Daya Tampung Beban Pencemar Di DAS Bengawan Solo Kota Surakarta dan Kabupaten Karanganyar Dengan Model QUAL2Kw	<ul style="list-style-type: none"> Pengelolaan sungai dengan pengendalian pencemar, dengan kajian daya tampung beban pencemar Penilaian risiko lingkungan sehingga diketahuinya beberapa besaran daya beban pencemar yang harus diturunkan atau dikurangi dengan penentuan strategi yang tepat 	Menentukan penetapan daya tampung beban pencemar air pada sumber air dengan penentuan metode QUAL2Kw dan indeks pencemar air	<ul style="list-style-type: none"> Pada semua segmen, daya tampung beban cemar parameter BOD dan COD di sungai untuk baku mutu kelas II, sudah terlampaui. Nilai dari penurunan beban pencemar yang ada pada setiap segmen agar di Sungai Bengawan Solo dapat memenuhi baku mutu kelas II, maka dapat dilakukan penurunan beban cemar terhadap parameter BOD dan COD.
3	Panthera Grandis	Analisis Daya	<ul style="list-style-type: none"> Mengaplikasikan 	Dengan metode observasi di	<ul style="list-style-type: none"> Hasil dari simulasi skenario

No	Nama	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
	Raga Irsanda, dan Nieke Karnaningroem dan Didik Bambang S. 2014. JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 3, No. 1, (2014) ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print)	Tampung Beban Pencemar Kali Pelayaran Kabupaten Sidoarjo Dengan Metode Qual2Kw	metode QUAL2Kw dalam mengevaluasi kualitas air Kali Pelayaran dengan simulasi 4 skenario, serta menghitung daya tampubg beban pencemar di Kali Pelayaran	lapangan untuk menentukan sumber pencemar yang masuk seperti <i>point source</i> dan <i>non-point source</i> dan dapat dilakukan pembagian segmen. Data primer dari hasil uji kualitas air. Analisis daya tampung beban pencemaran dihitung menggunakan metode QUAL2Kw	1, dan skenario kondisi kualitas air yang sebenarnya tidak memenuhi baku mutu air badan air kelas I. <ul style="list-style-type: none"> Hasil dari simulasi skenario 3 dan 4 kondisi kualitas air tanpa sumber pencemar memenuhi baku mutu badan air kelas satu.
4	Prakash Raj Kannel, S. Lee, Y.-S. Lee, S.R. Kanel, G.J. Pelletier. 2007	Application Of Automated Qual2Kw For Water Quality Modeling And Management in the Bagmati River, Nepal	<ul style="list-style-type: none"> Memodelkan kondisi kualitas air di Sungai Bagmati Memberikan rekomendasi batas pencemaran untuk menjaga kondisi air di Sungai Bagmati 	Kuantitatif, Pemodelan kualitas air untuk mengetahui pengelolaan kualitas air dan menejemen Sungai Bagmati. Parameter: DO, COD, Total Nitrat, Total Fosfat, dan Temperatur	<ul style="list-style-type: none"> Grafik hasil pemodelan kualitas air menggunakan QUAL2Kw tiap parameter Strategi pengelolaan kualitas air Sungai Bagmati
5	B. Olivera, J. Bola, P. Quinteiro, H. Nadais, dan L. Arroja	Application of QUAL2Kw Model as a Tool for Water Quality Management: Certima River as a Case Study	<ul style="list-style-type: none"> Mengaplikasikan model QUAL2Kw untuk mepresentasikan kondisi kualitas air di daerah penelitian Memberikan rekomendasi pengelolaan kualitas air di daerah kajian 	Kualitas, Pemodelan kualitas air untuk menghitung beban pencemar dan daya tampung beban pencemar serta menguji reliabilitas Parameter: BOD, COD, dan DO	Grafik hasil pemodelan kualitas air tiap parameter dalam berbagai skenario

