

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Definisi pencemaran air adalah suatu perubahan keadaan di suatu tempat penampungan air seperti waduk, sungai, lautan dan air tanah akibat segala aktivitas dari manusia ataupun pengaruh dari bencana alam seperti gunung meletus, gempa bumi, badai yang mengakibatkan perubahan signifikan terhadap kualitas air. Pencemaran apabila tidak dicegah atau dikurangi pada dasarnya akan membahayakan dan merugikan bagi manusia dari segi kesehatan maupun segi kehidupan sosial atau kelangsungan makhluk hidup. Menteri Lingkungan Hidup membedakan pencemaran air menjadi 3 macam yaitu pencemaran air, tanah, dan udara. Pencemaran air berdampak bagi organisme dan tanaman di dalam badan air. Dalam banyak kasus efek ini merusak tidak hanya populasi dan spesies individu namun juga komunitas biologi alami. Ini merupakan masalah global yang memerlukan evaluasi segera dan kebijakan sumber air pada semua level. Pencemaran air atau biasanya disebut dengan limbah cair yang di cemari sepanjang asliran sungai dapat di bedakan menjadi dua, yaitu :

1. Limbah Domestik

Dengan meningkatnya jumlah penduduk di daerah pengaliran, berarti meningkat pula kebutuhan air sehingga jumlah buangan air limbah dari penduduk (limbah domestik) juga semakin meningkat. Sugiharto (1987) mengemukakan bahwa air limbah domestik merupakan air buangan yang berasal atau bersumber dari daerah perumahan, perdagangan, perkantoran dan daerah rekreasi.

Menurut Linsley dan Franzini (1991), jumlah air limbah domestik dari suatu daerah biasanya sekitar 60 – 75% dari air yang disalurkan ke daerah itu. Untuk dapat mengetahui kualitas dan kuantitas air limbah domestik yang akurat maka diperlukan suatu penelitian dan pengamatan secara langsung di daerah tersebut. Keakuratan dan kecermatan hasil penelitian juga dipengaruhi jumlah titik pengambilan sampel air yang akan diteliti.

2. Limbah Industri

Untuk meningkatkan taraf hidup serta kesejahteraan masyarakat, berbagai usaha telah dilakukan oleh pemerintah. Salah satu usaha yang sedang digalakkan adalah meningkatkan sektor industri, baik industri berat maupun industri ringan. Selain diperoleh dampak positif, dengan semakin meningkatnya jumlah industri juga menimbulkan dampak negatif. Dampak

negatif tersebut adalah tercemarnya air sungai akibat buangan air limbah industri yang semakin meningkat.

Limbah industri berasal dari sisa-sisa bahan buangan yang digunakan untuk memproses bahan baku menjadi produk industri. Karakteristik limbah industri sangat bervariasi tergantung dari jenis produksinya. Jika pencemaran sudah terjadi tidak dicegah atau paling tidak di kurangi, akan merugikan kehidupan manusia, baik dari segi kesehatan maupun dari segi kehidupan sosial serta kelangsungan hidupnya.

2.2 Parameter Pencemar Air

Parameter pencemar air merupakan indikator yang memberi petunjuk terjadinya pencemaran air. Pada penelitian ini akan digunakan acuan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air sebagai tanda parameter baku mutu air. Sedangkan baku mutu air menggunakan acuan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran.

2.2.1 Standar Mutu Air Secara Fisik

Sebagian besar terdiri dari air dan sebagian kecil terdiri dari bahan-bahan padat dan suspensi. Terutama air limbah rumah tangga, biasanya berwarna suram seperti larutan sabun, sedikit berbau. Kadang-kadang mengandung sisa-sisa kertas, berwarna bekas cucian beras dan sayur, bagian-bagian tinja, dan sebagainya.

a. Bahan Padat

Dalam limbah terkandung total zat (zat solid), yaitu semua zat padat ada sebagai residu setelah proses pemanasan pada suhu 103°C sampai 105°C dalam laboratorium. Partikel padat didefinisikan sebagai suspended solid yang dapat menembus kertas saring dengan diameter minimal 1 mikro.

b. Bau

Bau digunakan untuk menunjukkan apakah air limbah masih baru atau sudah membusuk. Bau air limbah yang baru umumnya tidak begitu merangsang, tetapi berbagai senyawa yang berbau dilepaskan pada saat air limbah terurai secara biologis pada kondisi *anaerobik*. Senyawa-senyawa yang berbau antara lain : hidrogen sulfida (tercium seperti telur busuk), *indol*, *skatol*, *cadaverin* dan *mercaptan*.

c. Suhu

Suhu air sungai biasanya lebih tinggi dari air bersih karena adanya tambahan air limbah dari pemakaian industri yang suhunya relatif lebih panas

d. Warna

Sering kali air limbah memiliki warna tertentu tergantung dari kandungan air limbahnya. Air limbah yang baru saja dibuang berwarna abu-abu dan akan berubah menjadi hitam. Hal ini disebabkan karena proses dekomposisi bahan organik dan menurunnya jumlah oksigen sampai menjadi nol.

e. Kekeruhan

Air limbah terlihat keruh disebabkan zat organik, lumpur, tanah liat, jasad renik, koloid dan zat lainnya yang mengapung dan tidak segera mengendap. Semakin keruh air limbah dapat dikatakan semakin besar kandungan limbahnya.

2.2.2 Standar Mutu Air Secara Kimia

Biasanya air buangan ini mengandung campuran zat-zat kimia anorganik yang berasal dari air bersih serta bermacam-macam zat organik berasal dari penguraian tinja, urine dan sampah-sampah lainnya. Oleh sebab itu pada umumnya bersifat basa pada waktu masih baru dan cenderung ke asam apabila sudah mulai membusuk.

a. *Biological Oxygen Demand (BOD)*

BOD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme dalam lingkungan air untuk mengubah bahan organik yang ada didalam lingkungan air tersebut. Air buangan atau efluen dengan kadar BOD tinggi dapat menimbulkan polusi jika langsung dibuang ke air.

b. *Carboneous Biological Oxygen Demand (CBOD)*

CBOD adalah tes metode yang didefinisikan diukur dengan penipisan oksigen terlarut oleh organisme biologis dalam tubuh air di mana kontribusi dari bakteri nitrogen telah ditekan. CBOD adalah metode yang ditetapkan parameter banyak digunakan sebagai indikasi penghapusan polutan dari air limbah. Ketika nitrifikasi terjadi, nilai BOD diukur akan lebih tinggi dari nilai sebenarnya karena oksidasi bahan karbon. jika persentase tertentu dari karbon permintaan oksigen biokimia (cbod) penghapusan harus dicapai untuk memenuhi batas izin peraturan, nitrifikasi dini dapat menimbulkan masalah serius. efek nitrifikasi dapat diatasi baik dengan menggunakan berbagai bahan kimia untuk menekan reaksi nitrifikasi, atau dengan memperlakukan sample untuk menghilangkan organisme nitrifikasi. (Metcalf & Eddy, 2003:88)

c. Chemical Oxygen Demand (COD)

COD adalah banyaknya oksigen dalam ppm atau milligram per liter (mg/l) yang dibutuhkan dalam kondisi khusus untuk menguraikan benda organik secara kimiawi (Sugiharto, 1987:6).

d. Bahan Organik

Dalam air limbah terdapat beberapa kandungan bahan organik berupa protein 65%, karbohidrat 25%, dan lemak atau minyak 10%. Lemak dalam limbah domestik biasa berasal dari sisa makanan, yang jika dibuang ke sungai akan mengapung dan menutupi permukaan air.

e. Dissolved Oxygen (DO)

Dissolved Oxygen adalah jumlah oksigen terlarut dalam air yang berasal dari fotosintesa dan absorpsi atmosfer/udara. Oksigen terlarut di suatu perairan sangat berperan dalam proses penyerapan makanan oleh makhluk hidup dalam air. Untuk mengetahui kualitas air dalam suatu perairan, dapat dilakukan dengan mengamati beberapa parameter kimia seperti oksigen terlarut (DO). Semakin banyak jumlah *Dissolved Oxygen* (DO) maka kualitas air semakin baik, jika kadar oksigen terlarut yang terlalu rendah akan menimbulkan bau yang tidak sedap akibat degradasi anaerobik yang mungkin saja terjadi (Hoesein, 2007)

f. Logam Berat

Yang termasuk dalam logam berat adalah seng (Zn), besi (Fe), dan Tembaga (Cu). Keberadaan zat ini perlu diawasi jumlahnya di dalam air limbah (Sugiharto, 1987:33). Logam berat adalah komponen alamiah lingkungan yang mendapatkan perhatian berlebih akibat ditambahkan ke dalam tanah dengan jumlah yang semakin meningkat dan bahaya yang mungkin ditimbulkan. Logam berat menunjuk pada logam yang mempunyai berat jenis lebih tinggi dari 5 atau 6 g/cm³.

g. Sulfida (S)

Mineral sulfide merupakan mineral ekonomis, keberadaan mineral ini erat kaitannya dengan alterasi hidrotermal. Mineral sulfida merupakan kelompok mineral yang tersusun dari kombinasi antara logam atau semi-logam dengan belerang, misalnya Pirit, Gelena, Kalkopirit, dan lain sebagainya. Senyawa sulfat berasal dari limbah organik yang mengandung sulfur dan terdegradasi secara anaerob membentuk H₂S. Selanjutnya H₂S teroksidasi menjadi sulfat yang berasal dari aktivitas fotosintesis bakteri. Senyawa sulfat juga dapat berasal dari limbah/industri.

h. Minyak dan Lemak

Minyak dan lemak merupakan komponen utama bahan makanan yang juga banyak di dapat di dalam air limbah. Kandungan zat minyak dan lemak dapat ditentukan melalui contoh air limbah dengan heksana. Minyak dan lemak membentuk ester dan alkohol. Lemak tergolong pada bahan organik yang tetap dan tidak mudah untuk diuraikan oleh bakteri. Terbentuknya emulsi air dalam minyak akan membuat lapisan yang akan menutupi permukaan air. Hal ini dapat merugikan kondisi perairan karena penetrasi sinar matahari ke dalam air berkurang serta lapisan minyak menghambat pengambilan oksigen dari udara menurun. Untuk air sungai kadar maksimum minyak dan lemak 1 mg/l. Minyak dapat sampai ke saluran air limbah, sebagian besar minyak ini mengapung di dalam air limbah, akan tetapi ada juga yang mengendap terbawa oleh lumpur. Sebagai petunjuk dalam mengolah air limbah, maka efek buruk yang dapat menimbulkan permasalahan pada dua hal yaitu pada saluran air limbah dan pada bangunan pengolahan. (Sugiharto,1987)

2.2.3 Standar Mutu Air Secara Mikrobiologi

Kandungan bakteri patogen serta organisme golongan coli terdapat juga dalam air limbah tergantung darimana sumbernya namun keduanya tidak berperan dalam proses pengolahan air buangan. Sesuai dengan zat-zat yang terkandung didalam air limbah ini maka air limbah yang tidak diolah terlebih dahulu akan menyebabkan berbagai gangguan kesehatan masyarakat dan lingkungan hidup antara lain :

- Menjadi media berkembangbiaknya mikroorganisme patogen.
- Menimbulkan bau yang tidak enak serta pandangan yang tidak sedap.
- Mengurangi produktivitas manusia karena orang bekerja dengan tidak nyaman

Untuk mencegah atau mengurangi akibat-akibat buruk tersebut di atas diperlukan kondisi, persyaratan dan upaya-upaya sedemikian rupa sehingga air limbah tersebut.

- Tidak mengakibatkan kontaminasi terhadap sumber air minum.
- Tidak mengakibatkan pencemaran terhadap permukaan tanah.
- Tidak dapat dihindangi serangga dan tikus dan tidak/menjadi tempat berkembang berbagai bibit penyakit dan vektor.

2.3 Standar Air Bersih

Teknologi yang semakin maju dan meningkatnya kesejahteraan masyarakat menuntut kualitas air yang semakin tinggi. Standar kualitas air yang berlaku harus dapat dilaksanakan (*workable*), yaitu semaksimal mungkin melindungi lingkungan tetapi memberikan toleransi bagi pembangunan industri dan sarana pengendalian pencemaran

air yang ekonomis. Di dalam pengolahan kualitas air dikenal dua macam standar kualitas air, yaitu *stream standard* dan *effluent standard* (Hoesein, 1984)

1. Stream Standard

adalah karakteristik kualitas air yang diisyaratkan bagi sumber air (sungai, saluran dan waduk/danau) yang disusun dengan pertimbangan pemanfaatan sumber air tersebut, kemampuan mengencerkan dan membersihkan diri terhadap beban pencemaran (*self purification*) dan faktor ekonomis

2. Effluent Standard (Standar Buangan)

adalah karakteristik kualitas air yang diisyaratkan bagi air buangan yang akan disalurkan ke sumber air, sawah tanah dan tempat lainnya. Di dalam penyusunannya telah dipertimbangkan pengaruh terhadap pemanfaatan sumber air yang menampungnya dan faktor ekonomis pengolahan air buangan.

Air untuk kegunaannya yang berhubungan dengan kesehatan harus memenuhi syarat-syarat fisika, kimia, mikrobiologi dan radioaktif. Kriteria kualitas air di Indonesia dikenal 5 golongan pemanfaatan air (Hoesein, 1984:146), yaitu :

- Golongan A : air yang dapat digunakan sebagai sumber air minum secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu.
- Golongan B : air baku yang baik untuk air minum dan rumah tangga dan dapat dimanfaatkan untuk keperluan lainnya tetapi tidak sesuai dengan golongan A.
- Golongan C : air yang baik untuk keperluan perikanan dan peternakan dan dapat dimanfaatkan untuk keperluan lainnya, tetapi tidak sesuai dengan golongan B.
- Golongan D : air yang baik untuk keperluan pertanian dan dapat dimanfaatkan untuk perkantoran, industri, listrik tenaga air, lintas air dan untuk keperluan A, B, dan C.
- Golongan D : air/yang/tidak/sesuai/untuk/keperluan/tersebut/dalam/golongan/A, B, C, dan D.

2.4 Potensi Pencemaran Air

Pencemaran air di daratan terjadi pada air permukaan yang meliputi sungai dan pencemaran air tanah. Sumber pencemaran dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu limbah rumah tangga (domestik), limbah industri dan limbah pertanian/perkebunan. Berbagai macam sumber pencemar menunjukkan bahwa konsentrasi senyawa pencemar sangat bervariasi, hal ini disebabkan karena sumber air limbah juga bervariasi sehingga

faktor waktu dan metode pengambilan sampling sangat mempengaruhi besarnya konsentrasi (Mitsch&Gosselink, 1994)

2.4.1 Air Limbah Domestik

Menurut bahannya limbah rumah tangga dikelompokkan menjadi limbah organik dan limbah anorganik. Limbah organik merupakan limbah yang berasal dari barang yang mengandung bahan-bahan organik, seperti sisa makanan, kotoran manusia, potongan tanaman, rumput dan lain-lain, sedangkan contoh limbah anorganik antara lain plastik, kaca, kaleng, dan detergen. Berdasarkan kemampuan diurai oleh alam, limbah rumah tangga dapat dibagi lagi menjadi:

1. *Biodegradable* yaitu limbah yang dapat diurai secara sempurna oleh proses biologi baik aerob atau anaerob
2. *Non-biodegradable* yaitu limbah yang tidak bisa diuraikan oleh proses biologi. Dapat dibagi lagi menjadi:
 - a. *Recycleable* yaitu limbah yang dapat diolah dan digunakan kembali karena memiliki nilai secara ekonomi seperti plastik, kertas, dan pakaian.
 - b. *Non-recycleable* yaitu limbah yang tidak memiliki nilai ekonomi dan tidak dapat diolah atau diubah kembali seperti *tetra-packs*, *carbon paper*, *thermal coal*, dan lain- lain.

Di daerah pemukiman padat penduduk seperti di daerah perkotaan menghasilkan limbah rumah tangga yang cukup banyak. Limbah-limbah tersebut apabila dibuang ke sungai akan menimbulkan pencemaran air. Di perkotaan banyak kita temukan saluran air dan sungai dengan tingkat pencemaran tinggi, airnya berwarna kehitaman dan mengeluarkan bau yang menyengat. Hal itu terjadi karena bahan organik yang menumpuk mengalami penguraian dan pembusukan. Selain itu sabun, detergen, dan sisa aktivitas rumah tangga lainnya larut dengan air di selokan. Tingkat pencemaran air yang tinggi dapat membunuh biota air.

2.4.2. Air Limbah Industri

Tidak semua industri dapat mengolah limbahnya dengan baik. Bahkan, ada sebagian industri yang membuang limbahnya ke sungai. Berdasarkan karakteristiknya limbah industri dapat dibagi menjadi empat bagian, yaitu:

1. Limbah cair

Limbah pabrik cair merupakan sisa-sisa produksi dari pabrik yang bentuknya cair. Biasanya limbah pabrik cair ini akan dibuang langsung ke saluran air seperti selokan, sungai, bahkan lautan. Limbah cair ini sifatnya ada yang berbahaya dan ada pula yang dapat dinetralisir secara cepat. Limbah pabrik yang berbahaya yang dibuang langsung ke

saluran seperti sungai, laut, maupun selokan tanpa dinetralisir terlebih dahulu pada akhirnya akan mencemari saluran-saluran tersebut sehingga akan menyebabkan ekosistem air menjadi rusak, bahkan banyak makhluk hidup yang akan mati dibuatnya. Contoh limbah cair dari pabrik ini antara lain adalah sisa pewarna pakaian cair, sisa pengawet cair, limbah tempe, limbah tahu, kandungan besi pada air, kebocoran minyak di laut, serta sisa-sisa bahan kimia lainnya.

2. Limbah Padat

Limbah padat merupakan buangan dari hasil-hasil industri yang tidak terpakai lagi yang berbentuk padatan, lumpur maupun bubur yang berasal dari suatu proses pengolahan, ataupun sampah yang dihasilkan dari kegiatan-kegiatan industri, serta dari tempat-tempat umum. Limbah padat seperti ini apabila dibuang di dalam air pastinya akan mencemari air tersebut dan dapat menyebabkan makhluk hidup yang tinggal di dalamnya akan mati. Sementara apabila dibuang di wilayah daratan tanpa adanya proses pengolahan, maka akan mencemari tanah di wilayah tersebut. Beberapa contoh dari limbah pabrik padat antara lain adalah plastik, kantong, sisa pakaian, sampah kertas, kabel, listrik, bubur-bubur sisa semen, lumpur-lumpur sisa industri, dan lain sebagainya.

3. Limbah Gas

Limbah gas merupakan limbah yang disebabkan oleh sumber alami maupun sebagai hasil aktivitas manusia yang berbentuk molekul-molekul gas dan pada umumnya memberikan dampak yang buruk bagi kehidupan makhluk hidup yang ada di Bumi. Oleh karena bentuknya gas, maka limbah pabrik gas ini biasanya mencemari udara. Beberapa contoh limbah gas ini antara lain adalah kebocoran gas, pembakaran pabrik, asap pabrik sisa produksi dan lain sebagainya.

4. Limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun)

Limbah B3 merupakan sisa suatu usaha atau kegiatan yang mengandung bahan berbahaya dan atau beracun yang karena sifat, konsentrasinya, dan jumlahnya secara langsung maupun tidak langsung dapat mencemarkan, merusak, dan dapat membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, dan kelangsungan hidup manusia serta makhluk hidup lainnya. Pengelolaan limbah B3 adalah rangkaian kegiatan yang mencakup reduksi, penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan, pemanfaatan, pengolahan, dan penimbunan limbah B3. Pengelolaan limbah B3 ini bertujuan untuk mencegah, menanggulangi pencemaran dan kerusakan lingkungan, memulihkan kualitas lingkungan tercemar, dan meningkatkan kemampuan dan fungsi kualitas lingkungan.

2.4.3. Air Limbah Pertanian

Dalam kegiatan pertanian, penggunaan pupuk buatan, zat kimia pemberantas hama (pestisida), pemberantas tumbuhan pengganggu (herbisida), pemberantas fungi (fungisida), pemberantas serangga (insektisida) dapat mencemari air ketika zat-zat kimia larut dalam air. Pencemaran air oleh pupuk buatan dapat meracuni organisme air, seperti plankton, ikan, dan hewan lainnya yang meminum air tersebut. Residu pestisida seperti DDT, Endrin, Lindane, dan Endosulfan yang terakumulasi dalam tubuh ikan dan biota lainnya dapat terbawa dalam rantai makanan ke tingkat trofil yang lebih tinggi, yaitu manusia. Selain itu, masuknya pupuk pertanian, sampah, dan kotoran ke waduk, danau, serta laut dapat menyebabkan meningkatnya zat-zat hara di dalam air. Peningkatan tersebut mengakibatkan pertumbuhan ganggang atau enceng gondok menjadi pesat (*blooming algae*). Pertumbuhan ganggang atau enceng gondok yang cepat dan kemudian mati membutuhkan banyak oksigen untuk menguraikannya. Akibatnya, oksigen dalam air menjadi berkurang dan mendorong terjadinya kehidupan organisme anaerob. Peristiwa ini disebut sebagai eutrofikasi.

2.5 Pengaruh Fluktuasi Debit

Dengan adanya fluktuasi debit air sungai tentunya berpengaruh terhadap hasil simulasi dalam program QUAL2Kw. Debit air sungai maksimum pada *headwater* (hulu) akan berpengaruh pada tren garis (model) debit, kedalaman, dan kecepatan air sungai. Dengan perubahan pada tren garis (model), maka harus dilakukan *trial and error* kembali pada *sheet manning formula* untuk mendapatkan hasil tren garis yang mendekati data input (Rusnugroho, 2012)

Selain berpengaruh pada model debit, kedalaman, dan kecepatan, fluktuasi debit juga memberikan pengaruh pada hasil data dalam *worksheet WQ output*. Dalam menginput data, apabila debit air sungai maksimum yang dimasukkan dalam *worksheet headwater* maka nilai kualitas air sungai menjadi turun (kualitasnya menjadi baik) dan sebaliknya apabila nilai debit air sungai minimum yang dimasukkan maka kualitas air sungai naik (kualitas menjadi lebih buruk). Hal tersebut disebabkan, karena dengan adanya penambahan debit maka akan terjadi pengenceran limbah sehingga konsentrasi menjadi berkurang dan kualitas air menjadi lebih baik (Razif, 1994).

Berbeda dengan debit pada *headwater*, debit pada sumber pencemar baik *point sources* maupun non *point sources* hanya sedikit memberikan pengaruh pada hasil simulasi. Hal tersebut disebabkan oleh sumber pencemar *point sources* yang cenderung

bernilai tetap. Sumber pencemar *point sources* akan mengalami peningkatan apabila ada penambahan volume limbah maupun jumlah titik *point sources* yang masuk ke dalam sungai. (Maghfiroh, 2013)

2.6 Beban Pencemaran

Beban pencemaran sungai adalah jumlah suatu unsur pencemar yang terkandung dalam air sungai. Beban pencemaran sungai dapat disebabkan oleh adanya aktivitas industri, pemukiman, dan pertanian. Beban pencemaran sungai dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Mitsch & Goesselink, 1993 dalam Marganof, 2007):

$$BPS = (Cs)_j \times Q_s \times f \quad (2-2)$$

Keterangan:

BPS = beban pencemaran Sungai (kg/hari)

(Cs)_j = kadar terukur sebenarnya unsur pencemar j (mg/l)

Q_s = debit air sungai (m³/hari)

F = faktor konversi $\frac{1 \text{ kg}}{1.000.000 \text{ mg}} \times \frac{1000 \text{ l}}{1 \text{ m}^3} \times 86400 \text{ detik} = 86,4$

2.7 Daya Tampung Beban Pencemaran

Daya tampung beban pencemaran atau sering disebut dengan beban harian maksimum total (*total maximum daily loads*) merupakan kemampuan air pada suatu sumber air, untuk menerima masukan beban pencemaran tanpa mengakibatkan air tersebut menjadi cemar. Perhitungan daya tampung beban pencemaran diperlukan untuk mengendalikan zat pencemar yang berasal dari berbagai sumber pencemar yang masuk ke dalam sumber air dengan mempertimbangkan kondisi intrinsik sumber air dan baku mutu air yang ditetapkan (Brown, 1987). Faktor-faktor yang menentukan daya tampung beban pencemar sumber air (sungai, muara, danau, dan waduk) secara umum adalah sebagai berikut:

- a. Kondisi hidrologi, dan morfologi sumber air termasuk kualitas air yang ditetapkan daya tampung beban pencemarannya.
- b. Kondisi klimatologi sumber air seperti suhu udara, kecepatan angin, dan kelembaban udara.
- c. Baku mutu air atau kelas air untuk sungai dan muara atau baku mutu air dan kriteria status tropik bagi danau dan waduk.
- d. Beban pencemar sumber tertentu/*point source*.
- e. Beban pencemar sumber tak tentu/*non-point source*.

- f. Karakteristik dan perilaku zat pencemar yang dihasilkan sumber pencemar.
- g. Pemanfaatan atau penggunaan sumber air.

2.7.1 Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air Metode Neraca Massa

Penetapan daya tampung beban pencemaran dapat ditentukan dengan cara sederhana yaitu dengan menggunakan metode neraca massa. Model matematika yang menggunakan perhitungan neraca massa dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi rata-rata aliran hilir (Down Stream) yang berasal dari sumber pencemar point sources dan non point sources, perhitungan ini dapat pula dipakai untuk menentukan persentase perubahan laju air atau beban polutan (Chapra, Sc., Pelletier. 2003)

Jika beberapa aliran bertemu menghasilkan aliran akhir, atau jika kuantitas air dan massa konstituen dihitung secara terpisah, maka perlu dilakukan analisa neraca massa untuk menentukan kualitas aliran akhir dengan perhitungan :

$$C_R = \frac{\sum C_i Q_i}{\sum Q_i} = \frac{\sum M_i}{\sum Q_i} \quad (2-3)$$

Dimana :

C_R : Konsentrasi rata-rata koefisien untuk aliran gabungan

C_i : Konsentrasi Konstituen pada aliran ke-i

Q_i : Laju air aliran ke-i

M_i : massa konstituen pada aliran ke-i

Metode neraca terhadap kualitas air yang terjadi selama fasa konstruksi atau operational suatu proyek, dan dapat juga digunakan untuk suatu segmen aliran, suatu sel pada danau, dan samudera. Tetapi metode neraca massa ini hanya tepat digunakan untuk komponen-komponen yang konserfativ yaitu komponen yang tidak mengalami perubahan (tidak terdegradasi, tidak hilang karena pengendapan, tidak hilang karena penguapan, atau akibat aktivitas lainnya) selama proses pencampuran berlangsung seperti misalnya garam-garam. Penggunaan neraca massa untuk komponen lain, seperti DO, BOD₅, dan NH₃-N, hanyalah merupakan pendekatan saja. (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 1 Tahun 2010).

2.7.2 Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air Metode Streeter-Phelps

Pemodelan kualitas air sungai mengalami perkembangan yang berarti sejak diperkenalkannya perangkat lunak DOSAGI pada tahun 1970. Prinsip dasar dari pemodelan tersebut adalah penerapan neraca massa pada sungai dengan asumsi dimensi satu dan kondisi tunak. Pertimbangan yang dipakai pada pemodelan tersebut adalah

Model QUAL2Kw merupakan pengembangan dari model QUAL2E dengan menggunakan bahasa pemrograman Visual Basic for Application (VBA) yang dapat dijalankan dengan program Microsoft Excel. Dalam penelitian digunakan model QUAL2Kw versi 5.1. Model ini mampu mensimulasi parameter kualitas air antara lain temperatur, *conductivity*, *Inorganic Solida*, *Dissolved Oxygen*, *CBODslow*, *CBODfast*, *Organic Nitrogen*, *NH4-Nitrogen*, *NO3-Nitrogen*, *Organic Phosporus*, *Inorganic Phosporus (SRP)*, *Phytoplankton*, *Detritus (POM)*, *Pathogen*, *Generic Constituent*, *Alkalinity*, pH (Kannel, 2007).

Data yang diperlukan untuk pemodelan QUAL2Kw adalah :

1. Data Kualitas air di headwater dan downstream boundary
2. Elevasi sungai dan posisi geografis
3. Panjang sungai, kecepatan aliran, kedalaman, lebar sungai.
4. Temperatur udara, titik embun, kecepatan angin, tutupan awan, tutupan benda lain per reach.
5. Cahaya dan panas
6. Point Source : lokasi, debit, kualitas air
7. Diffuse Source
8. Data hidrolis, temperatur, kualitas (rata-rata, min, max) beberapa titik di sepanjang sungai.

Data di atas di-inputkan ke dalam program excel di komputer. Setelah program dijalankan (RUN), akan diperoleh output yang merupakan hasil perhitungan berupa tampilan numerik dan grafik. Setelah menghitung nilai beban pencemaran pada masing-masing parameter yang telah ditentukan, maka nilai daya tampung beban pencemaran akan didapatkan dengan formula sebagai berikut :

$$DTBP = BP \text{ penuh} - BP \text{ kosong} \quad (2-4)$$

Dimana :

DTBP = Daya Tampung Beban Pencemaran (kg/hari)

BP = Beban Pencemaran(kg/hari)

Tabel 2.1 Parameter Kualitas Air yang digunakan

No.	Nama parameter pada Data Sekunder	Nama Parameter pada QUAL2Kw
1.	BOD	BOD
2.	DO	DO
3.	COD	Generic Constituent
4.	NH ₃ -N	Ammonia
5.	PO ₄	Inorganic Phospat

Sumber : Dinas Kebersihan dan Lingkungan Hidup Kota Palembang 2016

2.9. Teori Kesalahan Relatif

Sebagai seorang analis, kita diwajibkan untuk memperoleh hasil yang sedekat mungkin dengan nilai sebenarnya, dengan menerapkan prosedur-prosedur yang benar. Baik itu saat praktikum atau saat melakukan penelitian. Namun dalam faktanya, kesalahan dalam suatu analisis masih sering terjadi. Pemahaman akan teori kesalahan dalam menghitung dan menganalisis menjadi sangat penting. Ketelitian adalah kesesuaian antara nilai-nilai dari suatu deret pengukuran dari suatu kuantitas yang sama. Jadi semisal kita melakukan pengukuran, antara hasil pengukuran satu dengan lainnya hasilnya sama atau paling tidak berdekatan. Ketelitian selalu menyertai ketepatan, tetapi ketelitian yang tinggi tidak selalu mengandung arti " tepat ". Ketidakpastian Relatif adalah ketidakpastian yang dibandingkan dengan hasil pengukuran. Hubungan hasil pengukurun terhadap KTP (ketidakpastian) yaitu:

$$KTP \text{ relatif} = \frac{\Delta x}{x} \quad (2-5)$$

Apabila menggunakan KTP relatif maka hasil pengukuran dilaporkan sebagai

$$X = x \pm (KTP \text{ relatif} \times 100\%) \quad (2-6)$$