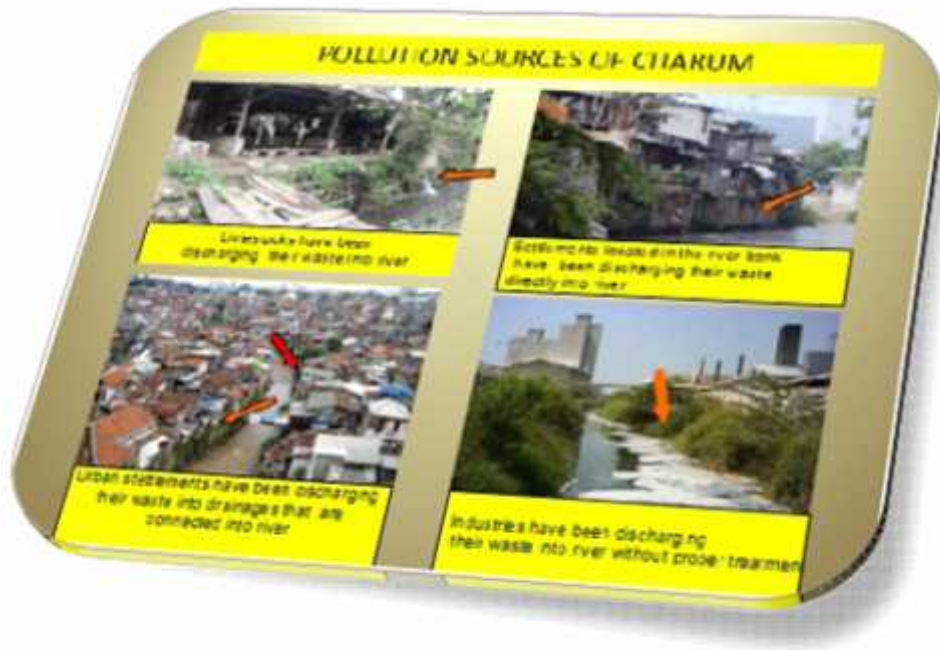


BUKU KAJIAN DAYA TAMPUNG DAN ALOKASI BEBAN PENCEMARAN SUNGAI CITARUM



DIREKTORAT JENDERAL PENGENDALIAN PENCEMARAN DAN KERUSAKAN LINGKUNGAN KEMENTERIAN LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN

PENGARAH :

MR. Karliansyah
Direktur Jenderal Pengendalian Pencemaran Dan Kerusakan Lingkungan

PENANGGUNG JAWAB :

Ir. SPM Budisusanti, M.Sc.
Direktur Pengendalian Pencemaran Air

KETUA TIM PENYUSUN :

Dr. Budi Kurniawan, S.Si, M.Eng

ANGGOTA TIM PENYUSUN :

Arief Hendratmo, STP, M.M
Safrudin, ST
Waliyyul Fitry, ST
Johanda Juniarta
Wahyudiyanto
Andreas Krismawan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkah dan rahmatNya sehingga Buku Daya Tampung dan Alokasi Beban Pencemaran Sungai Citarum dapat diselesaikan. Buku Daya Tampung dan Alokasi Beban Pencemaran Sungai Citarum ditujukan untuk memberikan pedoman kepada pemerintah daerah dalam menetapkan dan menerapkan Daya Tampung dan Alokasi Beban Pencemaran terutama untuk :

- a. Penetapan beban pencemaran (debit dan konsentrasi) dalam izin pembuangan air limbah
- b. Penyusunan strategi, program dan rencana aksi Pengendalian Pencemaran Air (PPA)
- c. Pelaksanaan perdagangan alokasi beban pencemaran
- d. Pelaksanaan kompensasi jasa pengendalian pencemaran air

Bentuk kongkrit dari penetapan daya tampung dan alokasi beban pencemaran merupakan jumlah beban pencemar yang harus diturunkan menurut jenis sumber pencemar (sektoral), lokasi administrasi, wilayah subdas maupun segmen sungai (spasial) serta berdasarkan waktu (temporal), yaitu masa sekarang dan yang akan datang.

Muatan Buku Daya Tampung dan Alokasi Beban Pencemaran Sungai Citarum meliputi :

1. Model komputer kualitas air untuk aplikasi daya tampung dan alokasi beban pencemaran di Sungai Citarum
2. Informasi jumlah beban pencemar eksisting yang masuk ke Sungai Citarum dari berbagai sumber pencemar
3. Informasi jumlah beban pencemar yang diperbolehkan dibuang ke sungai atau angka Daya Tampung Beban Pencemaran (DTBP) Sungai Citarum
4. Alokasi beban pencemar secara sektoral, spasial dan temporal di Sungai Citarum
5. Rekomendasi intervensi pengendalian pencemaran air di DAS Citarum berupa strategi, program dan rencana aksi

Kami mengucapkan banyak terimakasih kepada seluruh pihak yang membantu terselesaikannya buku ini. Kami juga menyadari Buku Daya Tampung dan Alokasi Beban Pencemaran Sungai Citarum ini masih memiliki banyak kekurangan dan kelemahan yang sifatnya redaksional maupun substansial, untuk itu kami membuka pintu selebar-lebarnya terhadap masukan, kritik dan komentar demi perbaikan ide, penulisan serta hasil dari kajian ini. Semoga buku ini memberikan kontribusi terhadap perbaikan kualitas air di DAS Citarum.

Direktur Jenderal
Pengendalian Pencemaran dan
Kerusakan Lingkungan,

MR. Karliansyah

DAFTAR ISI

| | |
|----------------------------------------------------------------------|----------|
| KATA PENGANTAR | i |
| DAFTAR ISI | ii |
| DAFTAR TABEL | vi |
| DAFTAR GAMBAR | v |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| | |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Peraturan Perundang-undangan | 3 |
| 1.3 Maksud dan Tujuan | 3 |
| 1.4 Ruang Lingkup Pekerjaan | 4 |
| 1.5 Hasil Yang Diharapkan | 4 |
| | |
| BAB II METODOLOGI | 6 |
| | |
| 2.1 Metode Inventarisasi dan Identifikasi Sumber Pencemar | 7 |
| 2.1.a Beban Pencemar Industri | 8 |
| 2.1.b Potensi Beban Pencemaran Dari Domestik | 9 |
| 2.1.c Potensi Beban Pencemaran Dari Peternakan | 10 |



| | | |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1.d | Potensi Beban Pencemaran Dari Non Point Source (NPS) Penggunaan Lahan | 11 |
| 2.1.e | Potensi Beban Pencemaran Dari Rumah Sakit | 12 |
| 2.1.f | Potensi Beban Pencemaran Dari Perikanan | 12 |
| 2.1.g | Beban Pencemaran Sampah | 13 |
| 2.1.h | Potensi Beban Pencemaran Dari Industri Skala Kecil | 14 |
| 2.1.i | Total Beban Pencemaran Air | 15 |
| 2.2 | Metode Kajian Penetapan Alokasi Beban Pencemaran Air | 15 |
| BAB III | KUALITAS AIR SUNGAI CITARUM | 19 |
| 3.1 | Pendahuluan | 19 |
| 3.2 | Kualitas Air Das Citarum | 20 |
| 3.2.a | Wangisagara | 27 |
| 3.2.b | Jembatan Koyod | 27 |
| 3.2.c | Setelah IPAL Cisurung | 27 |
| 3.2.d | Nanjung | 28 |
| 3.2.e | Outlet Bendungan Jatiluhur | 28 |
| 3.2.f | Bendungan Walahar | 28 |
| 3.2.g | Tunggak Jati | 29 |

| | | |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| BAB IV | HASIL PERHITUNGAN DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMARAN DAN ALOKASI BEBAN PENCEMARAN SUNGAI CITARUM | 30 |
| 4.1 | Hasil Perhitungan Beban Pencemaran | 30 |
| 4.2 | Pembangunan Model Kualitas Air | 34 |
| 4.2.a | Rancangan Model Kualitas Air DAS Citarum | 36 |
| 4.2.b | Pembagian Segment Sungai Model Kualitas Air DAS Citarum | 39 |
| 4.2.c | Kalibrasi Model Kualitas Air | 39 |
| 4.3 | Hasil Kajian Alokasi Beban Pencemaran Sungai Citarum | 41 |
| 4.3.a | Hasil Kalibrasi Model Global Kualitas Air DAS Citarum | 41 |
| 4.3.b | Pengembangan Skenario Model Kualitas Air DAS Citarum | 43 |
| BAB V | REKOMENDASI INTERVENSI PENURUNAN BEBAN PENCEMAR | 56 |
| 5.1 | Penurunan Beban Pencemaran Industri | 56 |
| 5.2 | Penurunan Beban Pencemaran Domestik | 66 |
| 5.3 | Penurunan Beban Pencemaran Peternakan | 68 |
| 5.4 | Penurunan Beban Pencemaran Perikanan | 69 |
| 5.4.A | Waduk Saguling | 69 |
| 5.4.B | Waduk Cirata | 70 |
| 5.4.C | Waduk Jatiluhur | 70 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 | Faktor Emisi Ternak (generation load) | 7 |
| Tabel 2.2 | Faktor Emisi Pertanian | 11 |
| Tabel 2.3 | Faktor Emisi Non Point Source (NPS) Dari Penggunaan Lahan | 11 |
| Tabel 2.4 | Faktor Emisi Hotel Dan Rumah Sakit | 12 |
| Tabel 2.5 | Faktor Emisi Perikanan | 13 |
| Tabel 2.6 | Faktor Emisi ISK | 14 |
| Tabel 3.1 | Lokasi Sampling Pemantauan Kualitas Air Sungai Citarum oleh BPLHD Provinsi Jawa Barat | 20 |
| Tabel 4.1 | Kontribusi Sumber Pencemar BOD Menurut Kab/kota | 31 |
| Tabel 4.2 | Segmentasi Sungai Citarum | 39 |
| Tabel 4.3 | Tahapan Penurunan Beban Pencemar di DAS Citarum | 53 |
| Tabel 4.4 | Rekapitulasi Beban Pencemaran di Sungai Citarum | 54 |
| Tabel 4.5 | Penurunan Beban menurut Sektor dan Kab/kota | 55 |
| Tabel 5.1 | Alokasi Beban Pencemar dan Penurunan Beban Pencemar Industri di DAS Citarum | 57 |

| | | |
|-----------|----------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 5.2 | Strategi dan Intervensi Pengelolaan Beban Pencemar Industri | 58 |
| Tabel 5.4 | Simulasi Debit dan Konsentrasi Aktual Industri | 60 |
| Tabel 5.5 | Simulasi Debit dan Konsentrasi Industri pada Izin | 60 |
| Tabel 5.6 | Simulasi Perdagangan Alokasi (kuota) Air Limbah | 61 |
| Tabel 5.7 | Beban Pencemar 21 outlet industri di Hilir DAS Citarum | 64 |
| Tabel 5.8 | Strategi, Program dan Rencana Aksi Penurunan Beban Sumber Peternakan | 68 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 | Alur Fikir Inventarisasi dan Identifikasi Sumber Pencemar dan Penetapan Alokasi Beban Pencemar | 6 |
| Gambar 2.2 | Alur Berfikir Perhitungan dan Penetapan Alokasi beban Pencemar | 17 |
| Gambar 2.3 | Metode Perhitungan dan Penetapan Alokasi beban Pencemar Air | 17 |
| Gambar 3.1 | Lokasi pemantaun kualitas air yang dilakukan oleh BPLHD Provinsi Jawa Barat | 22 |
| Gambar 3.2 | Grafik BOD di Wangisagara, Kab.Bandung tahun 2012 – 2014 | 23 |
| Gambar 3.3 | Grafik BOD di Jembatan Koyod, Kab. Bandung tahun 2012 – 2014 | 24 |
| Gambar 3.4 | Grafik BOD Setelah IPAL Cisirung, Kab.Bandung tahun 2012 – 2014 | 24 |
| Gambar 3.5 | Grafik BOD di Nanjung, Kab. Bandung tahun 2012 – 2014 | 25 |
| Gambar 3.6 | Grafik BOD di Outlet Jatiluhur, Kab.Purwakarta tahun 2012 – 2014 | 25 |

| | | |
|-------------|---------------------------------------------------------|----|
| Gambar 3.7 | Grafik BOD di Walahar, Kab.Karawang tahun 2012 – 2014 | 26 |
| Gambar 3.8 | Grafik BOD di Tunggakjati, Kab.Bekasi tahun 2012 – 2014 | 26 |
| Gambar 4.1 | Kontribusi Sumber Pencemar BOD di DAS Citarum | 30 |
| Gambar 4.2 | Kontribusi Sumber Pencemar BOD Kab. Bandung | 32 |
| Gambar 4.3 | Kontribusi Sumber Pencemar BOD Kab. Sumedang | 32 |
| Gambar 4.4 | Kontribusi Sumber Pencemar BOD Kota Bandung | 33 |
| Gambar 4.5 | Kontribusi Sumber Pencemar BOD Kota Cimahi | 33 |
| Gambar 4.6 | Kontribusi Sumber Pencemar BOD Kab. Bandung Barat | 33 |
| Gambar 4.7 | Kontribusi Sumber Pencemar BOD Kab. Cianjur | 33 |
| Gambar 4.8 | Kontribusi Sumber Pencemar BOD Kab. Purwakarta | 34 |
| Gambar 4.9 | Kontribusi Sumber Pencemar BOD Kab. Bogor | 34 |
| Gambar 4.10 | Kontribusi Sumber Pencemar BOD Kab. Karawang | 34 |
| Gambar 4.11 | Kontribusi Sumber Pencemar BOD Kab. Bekasi | 34 |
| Gambar 4.13 | Skematisasi DAS Citarum | 37 |
| Gambar 4.14 | Peta DAS Citarum beserta sub dasnya | 38 |
| Gambar 4.15 | Langkah Langkah Penggunaan Model Kualitas Air | 40 |
| Gambar 4.16 | Grafik Hasil Kalibasi BOD di Wangisagara-Inlet Saguling | 41 |

| | | |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4.17 | Grafik Hasil Kalibasi BOD di Saguling-Cirata | 42 |
| Gambar 4.18 | Grafik Hasil Kalibasi BOD di Cirata-Jatiluhur | 42 |
| Gambar 4.19 | Grafik Hasil Kalibrasi BOD di Hilir Jatiluhur | 43 |
| Gambar 4.20 | Grafik Hasil Simulasi BOD Tanpa Pengurangan Beban Pencemar di Hulu Saguling | 45 |
| Gambar 4.21 | Grafik Hasil Simulasi BOD Skenario Pengurangan Beban Pencemar 25% di Hulu Saguling | 45 |
| Gambar 4.22 | Grafik Hasil Simulasi BOD Skenario Pengurangan Beban Pencemar 50% di Hulu Saguling | 46 |
| Gambar 4.23 | Grafik Hasil Simulasi BOD Skenario Pengurangan Beban Pencemar 75% | 46 |
| Gambar 4.24 | Grafik Hasil Simulasi BOD Skenario Tanpa Pengurangan Beban Pencemar di Saguling-Cirata | 47 |
| Gambar 4.25 | Grafik Hasil Simulasi BOD Skenario Pengurangan Beban Pencemar 25% di Saguling-Cirata | 47 |
| Gambar 4.26 | Grafik Hasil Simulasi BOD Skenario Pengurangan Beban Pencemar 50% di Saguling-Cirata | 48 |
| Gambar 4.27 | Grafik Hasil Simulasi BOD Skenario Pengurangan Beban Pencemar 75% Saguling-Cirata | 48 |

| | | |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4.28 | Grafik Hasil Simulasi BOD Skenario Tanpa Pengurangan Beban Pencemar di Cirata-Jatiluhur | 49 |
| Gambar 4.29 | Grafik Hasil Simulasi BOD Skenario Pengurangan Beban Pencemar 25% di Cirata-Jatiluhur | 49 |
| Gambar 4.30 | Grafik Hasil Simulasi BOD Skenario Pengurangan Beban Pencemar 50% di Cirata-Jatiluhur | 50 |

BAB I PEDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Dewasa ini berbagai kegiatan manusia seperti domestik dan bisnis di perkotaan, industri, pertanian, peternakan dan pertambangan mengeluarkan limbah dalam jumlah yang tidak mampu lagi diasimilasi oleh alam, sehingga mencemari sungai, danau, air tanah dan udara. Sekitar 1000 - 1500 bahan kimia baru diproduksi setiap tahun dan kemungkinan sekitar 60.000 bahan kimia tersebut digunakan untuk kegiatan sehari-hari. Aktifitas manusia telah memberikan dampak lebih besar dan lebih jauh jangkauannya : pencemaran terjadi di lautan tidak hanya di pesisir, di stratosfir tidak hanya udara perkotaan, terjadi di *aquifer* air tanah dalam, tidak hanya air permukaan, juga berdampak secara regional dan global tidak hanya lokal saja.

Pengertian Daya Tampung Lingkungan Hidup menurut UU No.32 Tahun 2009 Tentang Pengelolaan dan Perlindungan Lingkungan adalah kemampuan lingkungan hidup untuk menyerap zat, energi, dan/atau komponen lain yang masuk atau dimasukkan ke dalamnya.

Khusus untuk media air Daya Tampung Beban Pencemaran (DTBP) atau *Total Maximum Daily Load* (DTBP) atau *assimilative capacity* adalah kemampuan air pada suatu sumber air, untuk menerima masukan beban pencemaran tanpa mengakibatkan air tersebut menjadi cemar. Penetapan DTBP merupakan pelaksanaan pengendalian pencemaran air yang menggunakan pendekatan kualitas air (*water quality-based control*). Pendekatan ini bertujuan 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.

DTBP air di Amerika Serikat telah diperkenalkan dalam *Clean Water Act* tahun 1972 dengan menggunakan istilah *Total Maximum Daily Loads* (TMDLs) yang berkaitan dengan alokasi beban pencemaran (*waste load allocation*), yaitu jumlah maksimum beban pencemar yang diperbolehkan dibuang ke sumber air tanpa menyebabkan sumber air tersebut tercemar. Penggunaan dan manfaat DTBP di Indonesia dan DTBP di Amerika Serikat kurang lebih sama, yaitu merupakan

pelaksanaan pengendalian pencemaran air menggunakan pendekatan kualitas air (*water quality-based approach*) yang ditentukan oleh hubungan antara beban pencemar dengan kualitas air. Pendekatan ini dilakukan ketika pengendalian pencemaran air yang berbasis teknologi (*technology-based approach*) tidak mampu memenuhi target kualitas air yang ditetapkan.

Korea Selatan sejak tahun 1998 telah menerapkan pendekatan kualitas air ini dalam pengendalian pencemaran air. Mereka menyebutnya *Total Water Pollution Load Management System (TWPLMS)*, yaitu "*an advanced watershed control system designed to raise the efficiency of water quality management based on scientific methods, increased responsibility of each economic entity, and the achievement of administrative goals (target water quality) within an appropriate time frame*". Hal ini dapat dicapai dengan cara menetapkan jumlah total emisi beban pencemar yang diperbolehkan untuk jenis kegiatan/usaha tertentu agar kualitas air sasaran dapat dicapai dengan mempertimbangkan aspek perlindungan lingkungan dan pembangunan ekonomi sekaligus.

Di Indonesia hasil kajian DTBP sudah dapat digunakan untuk penyusunan tata ruang dan secara umum untuk penyusunan kebijakan Pengendalian Pencemaran Air (PPA). Namun demikian, masih bersifat makro sehingga perlu dijabarkan lebih detail dalam bentuk alokasi beban pencemaran agar dapat dan siap diimplementasikan oleh seluruh stakeholders terutama untuk izin pembuangan air limbah dan penyusunan rencana aksi PPA. Bentuk kongkrit dari penetapan alokasi beban pencemaran merupakan jumlah beban pencemar yang harus diturunkan menurut jenis sumber pencemar (sektoral), lokasi administrasi, wilayah subdas maupun segmen sungai (spasial). Disamping, alokasi beban pencemar yang ditetapkan berdasarkan waktu (temporal), yaitu masa sekarang dan yang akan datang.

Sebelum sampai pada penetapan alokasi beban pencemar, perlu dilakukan inventarisasi dan identifikasi sumber pencemar. Data dan informasi yang diperoleh dari kegiatan tersebut kemudian diintegrasikan dengan data hasil pemantauan kualitas air dan kondisi hidromorfologis DAS dan diolah untuk menghasilkan jumlah beban pencemar eksisting yang masuk ke sungai, daya tampung beban pencemaran serta alokasi beban pencemar secara sektoral, spasial dan temporal. Informasi terakhir tersebut dapat digunakan untuk :

- e. Penetapan beban pencemaran (debit dan konsentrasi) dalam izin pembuangan air limbah
- f. Penyusunan strategi, program dan rencana aksi PPA
- g. Pelaksanaan perdagangan alokasi beban pencemaran
- h. Pelaksanaan Kompensasi Jasa Pengendalian Pencemaran Air

1.2 PERATURAN PERUNDANGAN-UNDANGAN

Peraturan perundang-undangan yang menjadi dasar hukum dalam melakukan inventarisasi dan identifikasi sumber pencemar, penetapan kelas air serta penetapan daya tampung dan alokasi beban pencemaran air adalah sebagai berikut :

- 1. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup;
- 2. Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air;
- 3. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air.

1.3 MAKSUD DAN TUJUAN

Maksud dan tujuan kegiatan kajian daya tampung dan alokasi beban pencemaran air :

- 1. Mendapatkan informasi jumlah, lokasi dan jenis sumber pencemar di setiap subdas dan wilayah administrasi di DAS Citarum
- 2. Mendapatkan besarnya jumlah dan kontribusi beban pencemaran air berdasarkan sumber pencemar (sektoral) di setiap subdas dan wilayah administrasi di DAS Citarum
- 3. Memperoleh peta lokasi sumber pencemar dan distribusi beban pencemar menurut subdas dan wilayah administrasi di DAS Citarum
- 4. Mendapatkan model komputer alokasi beban pencemaran untuk Sungai Citarum
- 5. Mendapatkan jumlah beban pencemar eksisting yang masuk ke Sungai Citarum
- 6. Mendapatkan informasi jumlah beban pencemar yang diperbolehkan dibuang ke sungai atau angka daya tampung beban pencemaran Sungai Citarum
- 7. Memperoleh alokasi beban pencemar secara sektoral, spasial dan temporal di Sungai Citarum

1.4 RUANG LINGKUP PEKERJAAN

Ruang Lingkup kegiatan ini meliputi 2 tahapan besar yaitu :

Ruang lingkup pekerjaan inventarisasi dan identifikasi sumber pencemar berbasis DAS meliputi :

1. Inventarisasi data dan peta
Mengumpulkan data sekunder berupa jumlah sumber, jenis dan lokasi seluruh pencemar, serta mengumpulkan data Hasil analisis sampling air limbah pada sumber pencemar institusi baik yang dilakukan pemerintah ataupun data swapantau usaha/kegiatan merupakan data utama dalam kajian ini. Disamping itu, juga dilakukan pengumpulan Peta Topografi/Rupa Bumi, administrasi dan penggunaan lahan untuk mengidentifikasi lokasi dan distribusi sumber pencemar
2. Menyiapkan peta seluruh subdas yang masuk DAS Citarum
3. Memetakan lokasi sumber pencemar pada peta subdas dan peta administrasi
4. Perhitungan beban pencemaran air sumber point dan non point. Lingkup pekerjaan ini dilakukan untuk mendapatkan jenis dan jumlah potensi beban pencemar yang dihasilkan oleh sumber pencemar DAS Citarum serta distribusi dan kontribusi masing-masing jenis sumber pencemar di wilayah subdas dan administrasi di DAS Citarum
5. Memetakan distribusi besaran beban pencemar menurut subdas dan wilayah administrasi di DAS Citarum

Ruang Lingkup Kajian Perhitungan Daya Tampung dan Alokasi Beban Pencemar :

1. Melakukan pembangunan model komputer untuk aplikasi alokasi beban pencemaran di Sungai Citarum
2. Melakukan perhitungan beban pencemaran eksisting yang masuk ke Sungai Citarum
3. Melakukan perhitungan beban pencemaran yang diperbolehkan masuk ke Sungai Citarum
4. Melakukan perhitungan alokasi beban pencemaran secara sektoral, spasial dan temporal untuk Sungai Citarum

1.5 HASIL YANG DIHARAPKAN

Hasil yang diharapkan dari kegiatan inventarisasi dan identifikasi sumber pencemar berbasis DAS ini adalah :

1. Tersedianya informasi kontribusi beban pencemaran dari masing-masing sumber pencemar seperti industri, hotel, rumah tangga, pertanian, peternakan, pertambangan menurut subdas dan wilayah administrasi di DAS Citarum.
2. Tersedianya peta distribusi lokasi sumber pencemar dan distribusi beban pencemar menurut subdas dan wilayah administrasi di DAS Citarum.

Hasil yang diharapkan dari perhitungan daya tampung dan alokasi beban pencemaran air adalah:

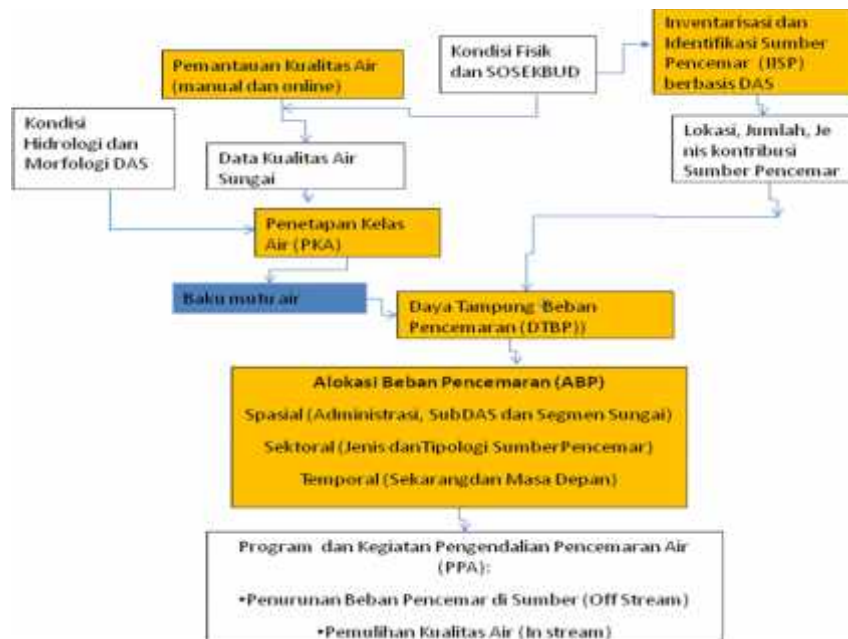
1. Diperolehnya model komputer untuk aplikasi alokasi beban pencemaran di Sungai Citarum
2. Didapatkannya jumlah beban pencemar eksisting yang masuk ke Sungai Citarum
3. Didapatkannya informasi jumlah beban pencemar yang diperbolehkan dibuang ke sungai atau angka daya tampung beban pencemaran Sungai Citarum
4. Diperolehnya alokasi beban pencemar secara sektoral, spasial dan temporal di Sungai Citarum
5. Diperolehnya rekomendasi berupa strategi, program dan rencana aksi untuk memenuhi alokasi beban pencemar

BAB II METODOLOGI

Pelaksanaan kajian untuk mendapatkan daya tampung dan alokasi beban pencemaran di DAS Citarum, secara garis besar terdiri dari 6 tahapan utama, yaitu :

1. Analisis hasil pemantauan kualitas air
2. Inventarsasi dan identifikasi sumber pencemar
3. Perhitungan beban pencemaran aktual atau eksisting
4. Perhitungan daya tampung beban pencemaran
5. Perhitungan alokasi beban pencemaran
6. Penyusunan rekomendasi intervensi pemenuhan alokasi beban pencemar

Alur berfikir dalam perhitungan dan penetapan alokasi beban pencemaran air seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Alur Fikir Inventarisasi dan Identifikasi Sumber Pencemar dan Penetapan Alokasi Beban Pencemar

2.1. Metode Inventarisasi dan Identifikasi Sumber Pencemar

Lokasi dan distribusi sumber pencemar pada wilayah administrasi atau Daerah Aliran Sungai (DAS) dapat diidentifikasi berdasarkan peta topografi/rupa bumi, administrasi dan tata guna lahan, sedangkan jenis dan jumlah sumber pencemar dapat diperoleh dari data Dinas Perindustrian, Perdagangan, Dinas Pertanian, Dinas Pertambangan, Dinas Kesehatan, Biro Pusat statistik, Bappeda dan lain-lain.

Pencemar adalah bahan/material yang masuk kedalam lingkungan dan meningkatkan background level substansi tersebut di alam. Seringkali, sebenarnya alam tidak memiliki substansi tersebut sampai manusia menambahkannya. Menurut sumbernya, pencemar secara umum dibagi dua yaitu *Point Source* dan *Non Point* atau *diffuse source*. Pencemar *point source* merupakan sumber tunggal yang dapat diidentifikasi yang umumnya bersifat lokal dengan volume relatif tetap seperti dari pipa pembuangan instalasi pembuangan air limbah (IPAL) kegiatan industri, permukiman, hotel, rumah sakit, pusat perdagangan, laboratorium klinik dan gedung-gedung komersial. Sumber pencemaran non point adalah sumber pencemar tersebar (*diffuse*) atau bukan titik (*non point source*) yang bukan berasal dari sumber tunggal teridentifikasi. Umumnya NPS dibawa oleh air larian (*runoff*) pada saat atau setelah terjadinya hujan. Sumber pencemar tersebut meliputi air larian dari berbagai jenis penggunaan lahan (*land based*) seperti pertanian (sawah dan perkebunan), hutan dan lahan terbangun (*built-up area*) di perkotaan.

Beban pencemar merupakan besaran satuan berat zat pencemar dalam satuan waktu, misal 1 kg BOD/hari. Metode perhitungan beban pencemaran dilakukan menggunakan dua pendekatan sebagai berikut :

1. Metode perhitungan langsung menggunakan data kadar dan debit air limbah hasil pengukuran di lapangan. Beban pencemar yang dapat dihitung dengan metode langsung ini adalah beban pencemar yang bersumber industri, hotel, rumah sakit serta domestik yang memiliki IPAL (*Point Source*).
2. Metode perhitungan tidak langsung dengan menggunakan faktor emisi atau faktor effluent, digunakan untuk memperkirakan beban pencemar dari sumber pencemaran yang sulit diukur kualitas dan kuantitasnya secara langsung. Umumnya digunakan untuk memperkirakan besarnya beban pencemar dari

industri, hotel, rumah sakit serta domestik yang tidak memiliki IPAL. Disamping itu metode tidak langsung ini juga sering digunakan untuk memperkirakan besarnya beban pencemar dari kegiatan peternakan, perikanan, sampah serta non point source dari penggunaan lahan misalnya pertanian (sawah dan perkebunan), hutan dan lahan terbangun (*built-up area*) di perkotaan.

Faktor emisi/effluent merupakan rerata statistik dari jumlah massa pencemar yang diemisikan untuk setiap satuan aktivitas kegiatan. FE sering juga disebut dengan *pollutan load unit* (PLU).

Berikut ini diuraikan metode perhitungan beban pencemar langsung dan tidak langsung untuk berbagai jenis sumber pencemar.

a. **Beban Pencemar Industri**

Berdasarkan Pedoman Inventarisasi dan Identifikasi sumber pencemar air pada Lampiran I Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2010, besar emisi pencemar yang berasal dari sumber tertentu (*point sources*) ditentukan berdasarkan data primer yang telah diperoleh di lapangan atau data sekunder hasil pemantauan pihak pelaku usaha/kegiatan/ instansi yang berwenang sebagai inspektur. Beban pencemar yang dihasilkan dari industri maupun sumber tertentu (*point source*) lainnya dengan basis perkiraan emisi untuk 1 tahun /periode pelaporan dihitung dengan persamaan berikut :

$$I_i = C_i \times V \times OpHrs / 1\,000\,000$$

Dimana :

I_i = besar beban/ emisi pencemar i , kg/tahun

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

V = laju alir buangan air limbah, L/jam

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

1 000 000 = faktor konversi, mg/kg

Berikut ini tahapan Perhitungan Beban Pencemar untuk industri (SEMAC, 2009):

1. Menggunakan data hasil monitoring berupa konsentrasi dan debit air limbah
2. Jika data konsentrasi tersedia, sedangkan data debit air limbah tidak ada, maka menggunakan debit air limbah yang terdapat pada Izin
3. Jika data konsentrasi dan debit air limbah tidak tersedia, maka menggunakan *pollutan load unit* (PLU) atau faktor emisi, dapat menggunakan basis jumlah penduduk atau output produksi seperti yang dilakukan World Bank (*Industrial Pollution Projection System*)
4. Beban pencemar untuk industri yang tidak memiliki data hasil monitoring dan data dari izin dapat menggunakan nilai median (nilai tengah) dari beban pencemar sektor yang sama yang telah dihitung .

PLU atau FE sektor industri didapatkan dengan menggunakan basis penggunaan air, jumlah karyawan, kapasitas produksi atau output produksi seperti yang dilakukan World Bank (*Industrial Pollution Projection System, 1997*) dan WHO (*Rapid Inventory Assesment in Environmental Pollution, 1993*) dan JICA (SEMAC, 2009).

b. Potensi Beban Pencemaran dari domestik

Air limbah domestik rumah tangga secara umum juga dapat dikategorikan ke dalam dua kategori, yaitu; (1) Sumber titik (*point source*) yang dihitung dengan metode langsung , jika telah diolah kedalam instalasi pengolahan air limbah terpusat skala perkotaan (*off-site sistem*) dan IPAL komunal (*on-site sistem*) (2) Beban pencemar domestik yang dihitung dengan metode tidak langsung menggunakan faktor emisi, jika tidak melalui pengolahan di IPAL, bisa menggunakan septic tank atau langsung dibuang ke badan air. Sumber pencemar rumah tangga dalam kajian ini adalah air limbah yang dihasilkan dari kegiatan dapur, mencuci dan toilet.

Beban potensi pencemaran dari rumah tangga dari IPAL (*off-site* dan *on-site sistem*) dihitung dengan cara mengkalikan kadar (kualitas) air limbah dengan debit air limbah. Kadar air limbah tersebut diperoleh melalui analisis laboratorium air limbah dari effluent IPAL.

Untuk beban pencemaran dari rumah tangga tanpa IPAL diestimasi dengan cara mengkalikan jumlah penduduk per unit pemetaan dikalikan dengan faktor emisi parameter pencemar tertentu per orang per hari dan koefisien transfer beban. Faktor emisi (*generate load*) merupakan potensi emisi sumber pencemar yang diperoleh dari hasil penelitian. Sedangkan koefisien transfer beban (*delivery load*) adalah angka perkiraan yang menunjukkan persentasi jumlah beban pencemaran yang masuk ke sumber air. Beberapa peneliti menyebutkan “*river reaching coefficient*” atau “*run off rasio*” untuk mengkuantifikasikan persentasi beban pencemaran yang masuk ke sungai.

Rumus yang digunakan untuk menghitung potensi beban pencemaran dari sumber rumah tangga Balai Lingkungan Keairan Puslitbang SDA, Kementerian PU (2004) adalah sebagai berikut:

PBP = Jumlah Penduduk x Faktor emisi X rasio ek x alpha
dalam hal ini :

PBP = Potensi beban pencemaran

Faktor emisi (*generation load*) penduduk:

- 1) BOD = 40 gr/orang/hari
- 2) COD = 55 gr/orang/hari
- 3) TSS = 38 gr/orang/hari

Rasio ekivalen kota (*discharge load*):

- 2) Kota = 1
- 3) Pinggiran Kota = 0,8125
- 4) Pedalaman = 0,625

Alpha (α) : Koefisien transfer beban (*delivery load*)

Nilai α = 1, digunakan untuk daerah yang lokasinya berjarak antara 0 sampai 100 meter dari sungai,

Nilai α = 0,85, untuk lokasi yang berjarak diantara 100 – 500 meter dari sungai dan

Nilai α = 0,3, untuk lokasi yang berjarak lebih besar dari 500 meter dari sungai.

c. Potensi Beban Pencemaran dari Peternakan

Beban pencemaran dari peternakan dalam kajian ini dihitung dengan menggunakan faktor emisi. Data yang diperlukan dalam perhitungan ini adalah jenis dan jumlah ternak. Sementara itu, faktor emisi (*generation load*) yang digunakan merupakan hasil Balai Lingkungan Keairan, Pulitbang SDA, Kementerian Pekerjaan Umum (2013) sebagaimana diperlihatkan pada Tabel 2.1. Berdasarkan hasil penelitian BLK-PSDA (2004), di Indonesia rata-rata beban pencemar yang masuk ke badan air (*delivery load*) dari kegiatan peternakan sekitar 20%.

Tabel 2. 1 Faktor Emisi Ternak (generation load)

| | Sapi | Kerbau | Kuda | Babi | Domba | Kambing | Ayam | Angsa | Bebek |
|---------|-------|--------|--------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|
| BOD | 292 | 207 | 226 | 126 | 55.7 | 34.1 | 2.36 | 2.46 | 0.08 |
| COD | 717 | 530 | 556 | 362 | 136 | 92.9 | 5.59 | 6.67 | 2.22 |
| total-N | 0.933 | 2.6 | 38.063 | 4.622 | 0.276 | 1.624 | 0.002 | 0.061 | 0.001 |
| total-P | 0.155 | 0.39 | 0.305 | 0.276 | 0.053 | 0.115 | 0.003 | 0.006 | 0.005 |

Sumber : BLK-PSDA, 2013.

$$PBT = \text{Jumlah Ternak} \times \text{Faktor emisi} \times 20\%$$

d. Potensi Beban Pencemaran dari Non Point Source (NPS) Penggunaan Lahan

Perhitungan potensi beban pencemaran air yang bersumber dari aktifitas pertanian diperoleh berdasarkan data luas lahan pertanian. Sementara itu faktor emisi (*generation load*) parameter pencemaran untuk pertanian diperoleh dari Balai Lingkungan Keairan, Pulitbang SDA, Kementerian Pekerjaan Umum (2004) seperti pada Tabel 2.2. Rata-rata beban pencemar pertanian yang masuk ke badan air (*delivery load*) di Indonesia sekitar 10% dari sawah dan 1% dari palawija dan perkebunan lainnya. Sementara itu, faktor emisi *non point source* dari penggunaan lahan seperti hutan dan lahan terbangun di perkotaan menurut kajian ICWRMIP (2015) seperti yang diperlihatkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.2 Faktor Emisi Pertanian

| Parameter | kg/ha/musim tanam | Sawah | Palawija | Perkebunan Lain/Tegalan/Kebun campuran |
|-----------|-------------------|-------|----------|----------------------------------------|
| BOD | | 225 | 125 | 32,5 |
| TN | | 20 | 10 | 3 |
| TP | | 10 | 5 | 1,5 |
| TSS | | 0,46 | 2,4 | 1,6 |
| Pestisida | | 0,16 | 0,08 | 0,025 |

Sumber : BLK-PSDA, 2004

Tabel 2.3 Faktor Emisi Non Point source dari penggunaan lahan

| Parameter | Hutan (kg/ha/hr) | Lahan terbangun (kg/ha/hr) |
|-----------|------------------|----------------------------|
| BOD | 9,32 | 15,34 |
| TN | 21,92 | 18,90 |
| TP | 1,37 | 0,55 |

Sumber: ICWRMIP (2015)

COD diperoleh dengan mengkalikan BOD dengan 1,5.

PBTN (sawah) per Musim Tanam= Luas Lahan x Faktor emisi X 10%

PBTN (palawija dan perkebunan lain) per Musim Tanam= Luas Lahan x Faktor emisi X 1%

PBTN(kg/hari) = PBTN Per Musim Tanam / Jumlah hari musim tanam

PNPS dari hutan dan lahan terbangun= Luas Lahan x Faktor emisi X 1%

e. Potensi Beban Pencemar dari Hotel dan Rumah sakit

Potensi beban pencemar dari hotel dan rumah sakit yang tidak memiliki IPAL dilakukan menggunakan faktor emisi yang dikembangkan oleh Balai Lingkungan Keairan, Pulitbang SDA, Kementerian Pekerjaan Umum (2013) seperti pada Tabel 2.4. Sedangkan beban pencemar dari hotel dan rumah sakit yang memiliki IPAL dihitung menggunakan metode langsung sebagaimana perhitungan beban pencemaran untuk industri yang memiliki IPAL.

Tabel 2.4 Faktor Emisi Hotel dan Rumah Sakit

| Sumber Pencemar | Faktor Emisi (gr/hari) | | |
|--------------------------------|------------------------|---------|--------|
| | BOD | COD | TSS |
| Rumah Sakit (per tempat tidur) | 123 | 169,125 | 116,85 |
| Hotel (per kamar) | 55 | 75,625 | 52,25 |

Sumber: (BSD-PSDA, 2013)

f. Potensi Beban Pencemaran dari Perikanan

Beban pencemaran yang berasal dari kegiatan perikanan (*aquakultur*) yang dilakukan di badan air dihitung menggunakan faktor emisi yang diadopsi dari kajian *Integrated Citarum Water Resources Management Investment Project* (ICWRMIP) 2015 seperti pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Faktor Emisi Perikanan

| Parameter | Keramba Jaring Apung(Cage) | Kolam (Raceway) | Lainnya (tumpang sari di sawah) |
|----------------------------------|----------------------------|-----------------|---------------------------------|
| BOD (gr/m ² /hari) | 76.68 | 15.31 | 7.34 |
| TN (gr/m ² /hari) | 14.96 | 2.99 | 1.42 |
| TP (gr/m ² /hari) | 4.15 | 0.83 | 0.39 |

Sumber: ICWRMIP (2015)

g. Beban Pencemaran sampah

Kajian ini juga memperhitungkan potensi beban pencemaran air yang berasal dari sampah, mengingat umumnya sungai di Indonesia dicemari oleh limbah cair dan limbah padat yang berupa sampah.

Besarnya sampah yang masuk ke sungai diperkirakan dengan menggunakan asumsi bahwa kemampuan pemerintah dan masyarakat dalam menangani sampah tersebut terbatas. Rumus yang digunakan dalam perhitungan potensi beban pencemaran air yang bersumber dari sampah adalah :

1. Jumlah Sampah

Estimasi jumlah sampah yang dihasilkan per orang per hari menggunakan perkiraan jumlah sampah yang dihasilkan setiap individu per hari menurut kategori kota, hasil kajian Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Beban sampah total per kecamatan dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini :

Beban sampah (kg/hr) = Berat sampah/orang/hari x jumlah penduduk

Jika data dalam satuan volume, maka berat sampah dihitung dengan menggunakan rumus :

Berat sampah (kg) = Berat jenis sampah (kg/l) x volume sampah

Berat jenis sampah organik=0,61 kg/l (Kastaman, 2006). Namun dalam hal ini, perhitungan sampah menggunakan asumsi per orang menghasilkan sampah 1 kg/orang/hari.

2. Sampah yang tidak tertangani

Berat sampah yang tidak tertangani dihitung dengan rumus sebagai berikut :

Berat sampah tidak tertangani (kg/hr)= % sampah yg tidak tertangani X beban sampah

3. Beban BOD Sampah

Penelitian yang dilakukan oleh INEGI dan SEMARNAP pada sungai di Mexico tahun 1998 dalam Nila Aliefia Fadly (2008) menyatakan bahwa 1 kg sampah organik memiliki nilai BOD sebesar 2,82 gr. Nilai inilah yang menyatakan beban BOD sampah (W sampah) tersebut. Perhitungan potensi beban sampah dihitung dengan rumus sebagai berikut :

Beban BOD sampah (kg/hr) = Berat sampah tidak tertangani (kg/hr) x (2,82/1000)

Untuk nilai COD dihitung dengan menggunakan asumsi $COD = 1,375 \times BOD$, sedangkan $TSS=0,95 \times BOD$

h. Potensi Beban Pencemaran dari industri Skala Kecil (ISK)

Industri tahu dan tempe merupakan industri kecil yang banyak tersebar di kota-kota besar dan kecil. Tempe dan tahu merupakan makanan yang digemari oleh banyak orang. Akibat dari banyaknya industri tahu dan tempe, maka limbah hasil proses pengolahan banyak membawa dampak terhadap lingkungan. Limbah dari pengolahan tahu dan tempe mempunyai kadar BOD sekitar 5.000 - 10.000 mg/l, COD 7.000 - 12.000 mg/l. Faktor emisi parameter pencemaran untuk Industri Skala Kecil (ISK) dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Besarnya beban pencemaran yang ditimbulkan menyebabkan gangguan yang cukup serius terutama untuk perairan di sekitar industri tahu dan tempe. Teknologi pengolahan limbah tahu tempe yang ada saat ini pada umumnya berupa pengolahan limbah sistem anaerob. Dengan proses biologis anaerob, efisiensi pengolahan hanya sekitar 70-80 %, sehingga air lahannya masih mengandung kadar polutan organik cukup tinggi, serta bau yang ditimbulkan dari sistem anaerob dan tingginya kadar fosfat merupakan masalah yang belum dapat diatasi.

Tabel 2.6. Faktor Emisi ISK

| No | Jenis ISK | Parameter (Kg/hari) | | |
|----|--------------------|---------------------|-------|------|
| | | BOD | COD | TSS |
| 1 | Pengolahan kedelai | 50 | 110 | 80 |
| 2 | Pengolahan tapioka | 3,34 | 10,30 | 4,67 |

i. Total Beban Pencemaran Air

Rekapitulasi beban pencemaran dilakukan dengan beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Menggabungkan beberapa jenis sumber pencemar menjadi satu entitas sumber pencemar, yaitu:
 - Industri terdiri dari Industri, hotel, rumah sakit dan industri skala kecil yang memiliki IPAL dan yang tidak memiliki IPAL

- Domestik terdiri dari air limbah dari rumah tangga yang memiliki IPAL dan yang tidak memiliki IPAL, serta dari sampah
 - Peternakan berasal dari air limbah dari hanya kegiatan peternakan
 - Perikanan berasal dari air limbah dari kegiatan perikanan saja
 - Non point source merupakan gabungan dari pertanian, hutan dan lahan terbangun
2. Total beban pencemaran air berbasis DAS dan administrasi merupakan hasil penjumlahan beban pencemaran industri, domestik, peternakan, pertanian dan non poin source.

Total Beban Pencemaran Air = Industri + domestik + peternakan + perikanan + non point source

2.2. Metode Kajian Penetapan Alokasi Beban Pencemaran Air

Daya tampung Beban Pencemaran (DTBP) atau *Total Maximum Daily Loads* (TMDLs) yaitu jumlah maksimum beban pencemar yang diperbolehkan dibuang ke sumber air tanpa menyebabkan sumber air tersebut tercemar. Rumus yang digunakan untuk menghitung DTBP adalah sebagai berikut :

DTBP = Sumber Tertentu+ Sumber Tak tentu +Kualitas air + Faktor Pengaman

Berkaitan dengan pemberian izin, perhitungan DTBP dapat dipergunakan untuk menetapkan Mutu Air Limbah dan lokasi kegiatan/usaha sebagai salah satu persyaratan pemberian izin. Sementara itu hasil perhitungan DTBP dapat pula digunakan sebagai dasar pengalokasian beban (*waste load allocation*) yang diperbolehkan masuk ke sumber air dari berbagai sumber pencemar. Secara skematis proses dan kaitan DTBP dengan pemberian ijin kegiatan / usaha ditunjukkan pada gambar berikut (lihat Gambar 3).

Skematis perhitungan DTBP sebagai dasar pengalokasian beban (*waste load allocation*) disajikan pada gambar berikut (lihat Gambar 2.2). Dalam hal ini perlu disampaikan bahwa hasil perhitungan DTBP digunakan sebagai dasar pengalokasian beban (*waste load allocation*). Sumber pencemar diatur dan dikendalikan dalam

memasuki ke sumber air. Tindakan pengendalian dapat dilaksanakan sesuai baku mutu air, sehingga mutu air sasaran tercapai.

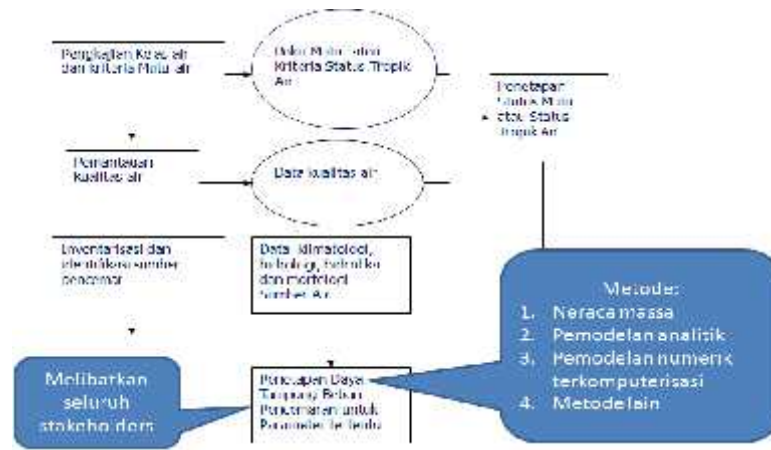
Faktor-faktor yang menentukan daya tampung beban pencemar sungai secara umum adalah sebagai berikut :

- Kondisi hidrologi, hidrolika dan morfologi sungai termasuk kualitas air sumber air yang ditetapkan DTBP-nya
- Kondisi klimatologi dan meteorologi sungai seperti curah hujan, suhu udara, kecepatan angin dan kelembaban udara
- Baku mutu air atau kelas air sungai
- Beban pencemar sumber tertentu/*point source*
- Beban pencemar sumber tak tentu/*non-point source*
- Karakteristik dan perilaku zat pencemar yang dihasilkan sumber pencemar
- Pemanfaatan atau penggunaan sungai
- Faktor pengaman (*margin of safety*) yang merupakan nilai ketidakpastian dalam perhitungan. Ketidakpastian tersebut bersumber dari tidak memadainya data dan informasi tentang hidrolika dan morfologi sungai, juga kurangnya pengetahuan mengenai karakteristik dan perilaku zat pencemar.



Gambar 2.2. Alur Berfikir Perhitungan dan Penetapan Alokasi beban Pencemar

Sedangkan metode yang digunakan secara teknis dalam perhitungan DTBP dan alokasi beban pencemaran dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Metode Perhitungan dan Penetapan Alokasi beban Pencemar Air

Perhitungan alokasi beban pencemaran menggunakan pemodelan kualitas air dapat dibagi menjadi tahapan sebagai berikut:

4. Menentukan parameter kualitas air yang akan digunakan sebagai parameter kunci
5. Menentukan target kualitas air yang diinginkan (kelas air, mutu air sasaran atau baku mutu air)
6. Membagi segmentasi wilayah yang dimodelkan
7. Menentukan model kualitas air yang sesuai dengan kondisi hidrologi dan morfologi sungai yang akan dimodelkan
8. Membangun model kualitas air
9. Melakukan simulasi menggunakan beberapa skenario
10. Melakukan analisis hasil pemodelan untuk mendapatkan :
 - a. Beban pencemaran yang aktual/eksisting
 - b. Beban pencemaran yang diperbolehkan dibuang atau DTBP
 - c. Alokasi beban pencemar menurut wilayah administrasi, subdas, segmen sungai serta alokasi beban menurut sumber pencemar. Bentuk kongkrit dari penetapan alokasi beban pencemaran merupakan jumlah beban pencemar yang diperbolehkan dibuang serta jumlah beban pencemar yang harus diturunkan menurut jenis sumber pencemar (sektoral), lokasi

administrasi, wilayah subdas maupun segmen sungai (spasial). Disamping, alokasi beban pencemar yang ditetapkan berdasarkan waktu (temporal), yaitu masa sekarang dan yang akan datang.

11. Menyusun rekomendasi intervensi berupa strategi dan rencana pengendalian pencemaran air

BAB III

KUALITAS AIR SUNGAI CITARUM

3.1 Pendahuluan

Sungai Citarum merupakan salah satu sungai utama di Provinsi Jawa Barat terdiri dari banyak anak sungai dan mengalir antar Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Barat yang meliputi:

- a) Kabupaten Bandung
- b) Kabupaten Sumedang
- c) Kota Bandung
- d) Kota Cimahi
- e) Kabupaten Bandung Barat
- f) Kabupaten Cianjur
- g) Kabupaten Bogor
- h) Kabupaten Purwakarta
- i) Kabupaten Karawang
- j) Kabupaten Bekasi .

Kabupaten dan Kota yang dilalui oleh sungai Citarum dan anak sungai Citarum dihuni oleh penduduk dengan jumlah dan kepadatan yang sangat tinggi. Disamping itu kegiatan sektor industri, perniagaan dan aktivitas ekonomi di kabupaten/kota tersebut yang juga sangat intensif sehingga memberikan tekanan terhadap lingkungan DAS Citarum. Salah satu bentuk tekanan dari kegiatan industri, perniagaan dan aktivitas sosial ekonomi dan budaya penduduk adalah dihasilkannya limbah cair/air limbah dan limbah padat/sampah dalam jumlah yang besar .

Air limbah dan limbah padat tersebut oleh penghasil limbah dibuang secara langsung dan tidak langsung ke anak sungai dan induk sungai Citarum yang berakibat kualitas air anak sungai dan sungai Citarum merosot dan memburuk sehingga tidak lagi memenuhi persyaratan mutu air untuk rekreasi air (kelas 2) apalagi sebagai air baku (kelas 1). Dengan demikian diperlukan suatu upaya pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air dengan tujuan utama untuk meningkatkan kualitas air. Namun demikian, kemampuan sungai untuk melakukan proses pemurnian dirinya sendiri (*self purification*) tidak hanya

dipengaruhi oleh beban pencemar yang masuk, juga tergantung pada kondisi hidromorfologi sungai.

Kemampuan sungai untuk melakukan pemurnian disebut sebagai *assimilative capacity sungai* atau dalam istilah Badan Perlindungan Lingkungan Amerika Serikat / USEPA (*United States Environmental Protection Agency*) disebut sebagai TMDLs (*Total Maximum Daily Loads*) dan diadopsi di dalam peraturan pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 Tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air dengan sebutan daya tampung beban pencemaran (DTBP).

3.2 Kualitas Air DAS Citarum

Pemantauan kualitas di Sungai Citarum telah dilakukan oleh berbagai institusi pemerintah pusat seperti Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPERA) melalui Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Citarum. Pada tingkat provinsi, pemantauan dilaksanakan oleh BPLHD Badan Pengendalian Lingkungan Hidup (BPLHD) Provinsi Jawa Barat dan Balai Pengelolaan Sumber Daya Air (BPSDA) Citarum. Kemudian pada tingkat kabupaten/kota dilakukan oleh BPLHD atau BLH kabupaten/kota yang berada di DAS Citarum .

Data kualitas air yang digunakan pada kajian ini merupakan hasil pemantauan BPLHD Propinsi Jawa Barat yang didanai oleh APBN melalui mekanisme dekonsentrasi. Lokasi titik Sampling Pemantauan Kualitas Air Sungai Citarum yang dilakukan di 7 lokasi di sungai induk Citarum dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan Gambar 3.1.

Tabel 3.1 Lokasi Sampling Pemantauan Kualitas Air Sungai Citarum oleh BPLHD Provinsi Jawa Barat

| No | Lokasi | Alamat | Koordinat GPS |
|----|------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 1 | Wangisagara | Jl. Simpang Radug, Kp. Radug Ds. Wangisagara, kec. Majalaya, Kab. Bandung | 107° 44' 54.7" BT 07° 04' 26.80" LS |
| 2 | Koyod | Jembatan Koyod, Ds. Rancakusumba, Kec. Solokan Jeruk, Kab. Bandung | 107° 43' 31.0" BT 07° 00' 55.10" LS |
| 3 | Setelah IPAL Cisirung | Ds. Andir, Kec. Baleendah, Kab. Bandung | 107° 36' 46.0" BT 06° 58' 42.10" LS |
| 4 | Nanjung | Ds. Nanjung, Kec. Soreang, Kab. Bandung | 107° 32' 09.1" BT 06° 56' 29.80" LS |
| 5 | Outlet Waduk Jatiluhur | Ds. Jatiluhur, Kec. Jatiluhur, Kab. Purwakarta | 107° 23' 20.8" BT 07° 31' 07.50" LS |
| 6 | Bendung Walahar | Ds. Kiari, Kec. Walahar, Kab. Karawang | 107° 21' 45.2" BT 06° 22' 58.50" LS |
| 7 | Tunggak Jati | Kp. Jati Ilir, Ds. Tunggak Jati, Kec. Karawang Barat, Kab. Karawang | 107° 16' 32.3" BT 06° 04' 47.40" LS |

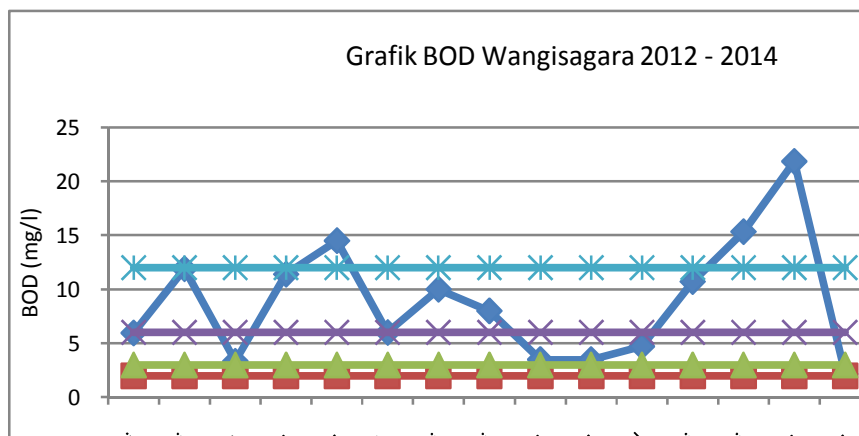
Sumber: BPLHD Provinsi Jawa Barat, 2014



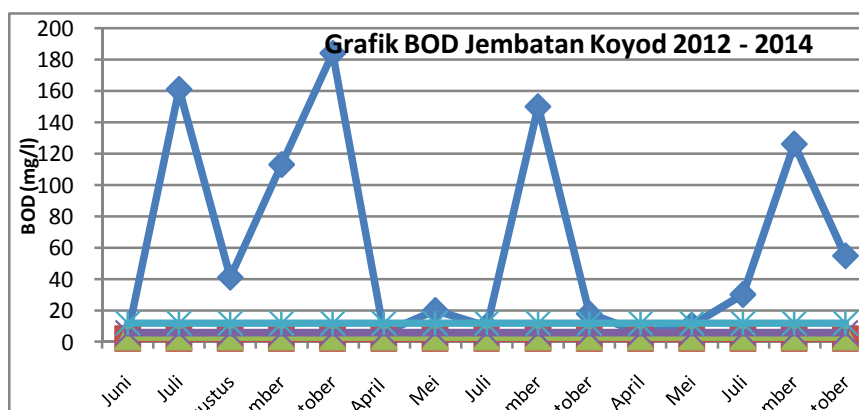
Gambar 3.1 Lokasi pemantauan kualitas air yang dilakukan oleh BPLHD Provinsi Jawa Barat

Pemantauan kualitas air tersebut oleh BPLHD Propinsi Jawa Barat dilakukan 3 - 5 kali dalam satu tahun dengan parameter kualitas air meliputi : pH, DO, Conductivity, BOD, COD, TSS, Amoniak, Nitrat, Nitrit, Phospat, Minyak & Lemak, Chromium, Timbal, Tembaga, Cadmium, Air Raksa, Sianida, Khlor bebas, Sulfida, Sulfat, Arsen, Total Coli, dan Faecal Coli .

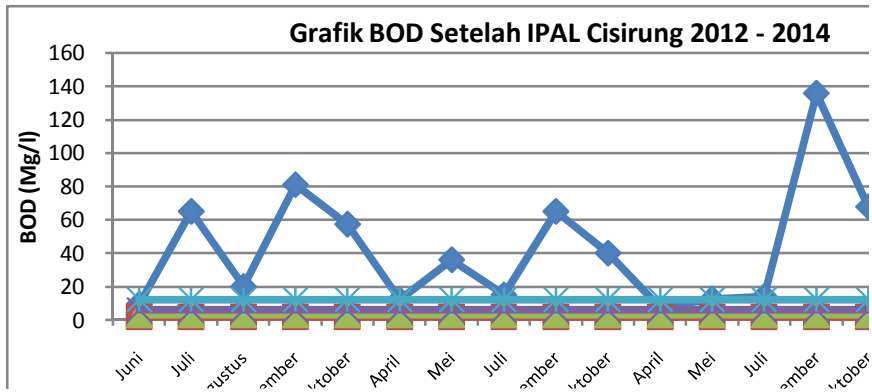
Hasil pemantauan kualitas air Sungai Citarum untuk parameter *Biological Oxygen Demand* (BOD) di tujuh lokasi pemantauan dari hulu sampai dengan hilir dari tahun 2012 - 2014 dapat dilihat pada Gambar 3.2 sampai 3.8.



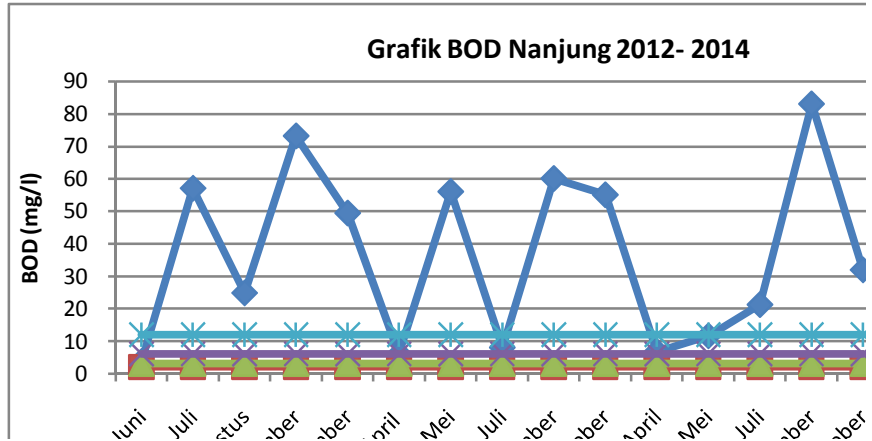
Gambar 3.2. Grafik BOD di Wangisagara, Kab. Bandung tahun 2012 - 2014



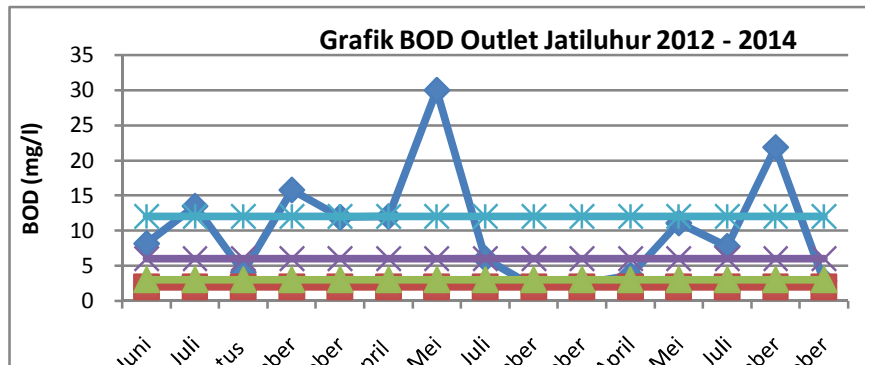
Gambar 3.3. Grafik BOD di Jembatan Koyod, Kab. Bandung tahun 2012 - 2014



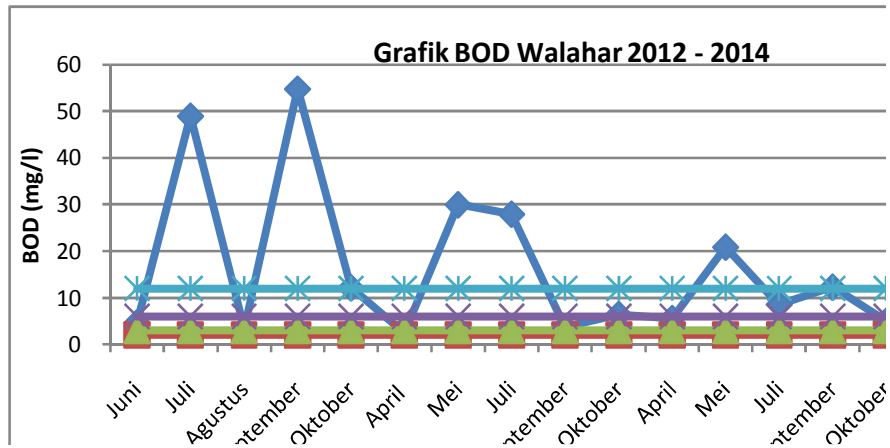
Gambar 3.4. Grafik BOD Setelah IPAL Cisirung, Kab. Bandung tahun 2012 - 2014



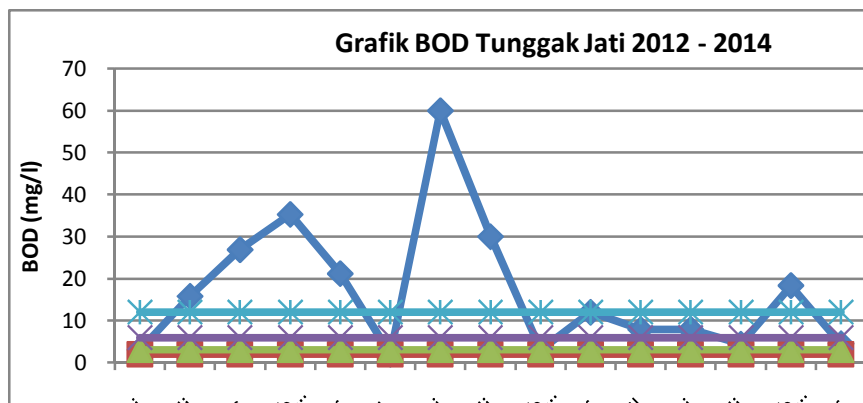
Gambar 3.5. Grafik BOD di Nanjung, Kab. Bandung tahun 2012 - 2014



Gambar 3.6. Grafik BOD di Outlet Jatiluhur, Kab. Purwakarta tahun 2012 - 2014



Gambar 3.7. Grafik BOD di Walahar, Kab. Karawang tahun 2012 - 2014



Gambar 3.8. Grafik BOD di Tunggakjati, Kab. Bekasi tahun 2012 - 2014

Analisa hasil pemantauan BPLHD Provinsi Jawa Barat menurut titik sampling dapat diuraikan sebagai berikut :

a) Wangisagara

Secara umum parameter BOD di Wangisagara masih menunjukkan memenuhi kelas IV, hanya sekali pada bulan september 2014 melampaui jauh diatas kelas IV yaitu sekitar 25 mg/l. Beberapa data bahkan memenuhi kelas III namun tidak ada yang memenuhi baku mutu kelas I. Apabila ditinjau dari segi *Dissolved Oxygen* (DO), mayoritas di atas kelas I dan beberapa data dibawah kelas III.

Dari tinjauan diatas jelas bahwa BOD merupakan problem di Wangisagara walaupun bukan problem yang berat dan DO masih baik disebabkan reaerasi sungai masih mampu mengimbangi kebutuhan oksigen biologi dan oksigen sedimen, sumber pencemar BOD di Wangisagara mungkin disebabkan oleh sumber pencemar domestik dari kegiatan domestik, pertanian dan lahan.

b) Jembatan Koyod

Hampir semua parameter BOD di Jembatan koyod telah jauh melampaui kelas IV dengan kisaran nilai dari 20 – 180 mg/l, dan hanya sedikit yang memenuhi kelas IV. Kondisi parameter DO sebagian hanya memenuhi kelas IV, beberapa data bahkan memenuhi kelas III dan hanya satu kali memenuhi kelas I.

Dari telaah tersebut terdapat problem besar pada parameter BOD, hal ini mungkin disebabkan terdapat kegiatan yang masif pada sub DAS yang berada di atas jembatan Koyod yang dapat berupa kegitan industri maupun bersumber dari limbah domestik perkotaan. Parameter DO relatif masih baik yang mana reaerasi masih dapat mengimbangi kebutuhan oksigen untuk mikrobiologi dan kebutuhan sedimen.

c) Setelah IPAL Cisirung

Hampir semua parameter BOD di titik pemantauan setelah IPAL Cisirung telah jauh melampaui baku mutu air kelas IV dengan kisaran nilai dari 15 – 140 mg/l, hanya beberapa data saja yang memenuhi kelas IV. Parameter DO mayoritas di bawah kelas III.

Dengan demikian problem BOD di lokasi Setelah IPAL Cisirung sumber utamanya adalah kegiatan di sub DAS di atas IPAL Cisirung yang dapat berupa adanya limbah perkotaan dan kegiatan industri. Parameter DO telah menunjukkan problem yang mungkin disebabkan reaerasi oksigen sudah tidak bisa mengimbangi kebutuhan oksigen dari mikrobiologi dan sedimen.

d) Nanjung

Semua parameter BOD di setelah Nanjung telah jauh melampaui kelas IV dengan kisaran nilai dari 12 – 80 mg/l, dan hanya ada beberapa data saja yang memenuhi kelas IV. Kondisi parameter DO mayoritas tidak memenuhi kelas III

dan sedikit saja yang berada di atas kelas III. Dari gambaran tersebut maka problem di Nanjung adalah pada parameter BOD mungkin bersumber dari masukan sub DAS di atas Nanjung yang dapat berupa limbah domestik urban perkotaan dan kegiatan industri. Parameter DO sudah menjadi problem yang mana reaerasi oksigen sudah tidak bisa mengimbangi kebutuhan oksigen dari mikrobiologi dan sedimen.

e) Outlet Bendungan Jatiluhur

Parameter BOD di outlet Jatiluhur hanya beberapa yang melampaui kelas IV, sebagian besar memenuhi kelas IV, dan sebagian kecil telah memenuhi kelas III bahkan ada yang telah memenuhi kelas II. Mayoritas parameter DO masih memenuhi kelas II dan beberapa data memenuhi kelas III meskipun masih ada yang berada dibawah kelas III.

Dalam bendungan Jatiluhur air dari hulu mengalami masa tinggal hidrolis yang lama sehingga terjadi proses pemurnian kembali oleh proses fisika kimia dan biologi, terapat proses peluruhan dan pengendapan BOD sehingga terjadi perbaikan BOD. Kadar DO juga membaik walaupun belum mencapai kelas I, mungkin disebabkan proses eutrofikasi di Bendungan Jatiluhur.

f) Bendung Walahar

Parameter BOD sebagian besar jauh melampaui ambang kelas IV berkisar antara 15 -60 mg /l, sebagian memenuhi kelas IV dan hanya sedikit yang memenuhi kelas III. Parameter DO mayoritas memenuhi kelas II, dan hanya sedikit yang melewati baku mutu kelas II namun memenuhi kelas III.

Setelah melampaui outlet Bendungan Jatiluhur terdapat beberapa industri yang besar yang membuang air limbah dengan beban BOD yang besar. Pada sub DAS di ruas ini juga terdapat kegiatan domestik dan industri. Bahan pencemar tersebut bergabung dengan pencemar yang tidak sempat mengendap dan mengalami penguraian di Bendungan Jatiluhur. Parameter DO mengalami perbaikan disebabkan proses reaerasi dari Bendung Walahar.

g) Tunggakjati

Hampir semua parameter BOD di lokasi pemantauan Tunggakjati telah jauh melampaui kelas IV dengan kisaran nilai dari 20 – 140 mg/l, beberapa data memenuhi kelas IV. Hanya sedikit data pemantauan yang memenuhi kelas III. Parameter DO kebanyakan memenuhi kelas II dan sebagian memenuhi kelas III. Parameter BOD mengalami kenaikan relatif bila dibandingkan dengan di outlet Bendungan Jatiluhur disebabkan adanya tambahan beban dari kegiatan industri dan Oksigen relatif berkurang disebabkan reaerasi kurang berimbang dibanding dengan kebutuhan Oksigen untuk penguraian bahan organik oleh bakteri dan kebutuhan oksigen oleh sedimen.

Dari data diatas maka diperlukan pengurangan beban limbah yang masuk ke Sungai Citarum agar didapat kualitas air yang sesuai dengan kelas peruntukan sungai yang bersangkutan.

Berdasarkan perhitungan nilai Storet hasil pemantauan Sungai Citarum tahun 2014 dari segmen hulu mulai hulu ruas Wangisagara sampai dengan hilir lokasi Nanjung menunjukkan bahwa keempat ruas Sungai Citarum yang dipantau memiliki status mutu tercemar berat jika dibandingkan dengan Baku Mutu Air kelas II. Terjadinya pencemaran air sungai terutama disebabkan oleh buangan limbah industri dan domestik yang masuk ke sungai sehingga menurunkan kualitas air sungai. Parameter yang dominan melampaui Baku Mutu Kelas II rata-rata adalah DO, BOD, COD, Nitrit, beberapa logam berat dan fecal coliform.

Demikian juga perhitungan nilai Storet Hasil pemantauan Sungai Citarum tahun 2014 segmen mulai tengah ke hilir ruas outlet Jatiluhur, Bendung Walahar sampai dengan hilir lokasi Tunggak Jati menunjukkan bahwa ketiga ruas Sungai Citarum yang dipantau memiliki status mutu tercemar berat, dengan nilai Storet berturut-turut – 116, -134,dan – 133. Terjadinya pencemaran air sungai disebabkan oleh buangan limbah industri dan domestik yang masuk ke sungai sehingga menurunkan kualitas air sungai. Parameter yang dominan melampaui Baku Mutu Kelas II rata-rata adalah DO, BOD, COD, Nitrit, Minyak & Lemak, beberapa logam berat, fecal coliform dan total coli.

BAB IV
HASIL PERHITUNGAN DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMARAN DAN
ALOKASI BEBAN PENCEMARAN SUNGAI CITARUM

Kualitas air eksisting sungai Citarum saat ini dari hulu ke hilir bervariasi, namun demikian di seluruh titik pantau status mutu sungai tersebut berada dalam kategori tercemar berat jika dibandingkan dengan mutu air kelas 2. Kelas air dan Baku mutu air sungai Citarum sampai saat ini belum ditetapkan sehingga menggunakan mutu air kelas 2. Mutu air sasaran dapat ditentukan sebagai mutu air antara untuk mencapai kelas peruntukan yang dicita-citakan. Mutu air sasaran yang paling realistis untuk dicapai hingga tahun 2019 untuk sungai Citarum adalah kenaikan satu hingga dua kelas dari kelas mutu air saat ini. Tabel 4.1 memperlihatkan kelas mutu air saat ini dan mutu air sasaran untuk setiap segmen di Sungai Citarum.

Tabel 4.1 Mutu Air Saat Ini dan Mutu Air Sasaran

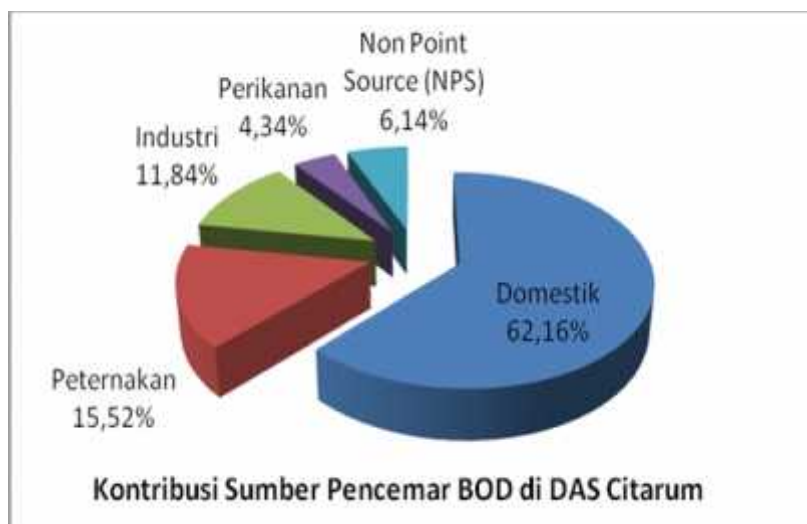
| Segmen | Mutu Air Saat ini | Mutu Air Sasaran | |
|------------------------------------------------------|-------------------|------------------|-----------|
| | | 2015-2019 | 2020-2024 |
| 1 (Hulu S Citarum s.d Inlet Waduk Saguling) | II-III | II | I |
| 2 (Outlet Waduk Saguling s.d Inlet Waduk Cirata) | III-IV->IV | III | II |
| 3 (Outlet Waduk Cirata s.d Inlet waduk Jatiluhur) | III-IV | III | II |
| 4 (outlet waduk Jatiluhur s.d muara /pantai) | III-IV | III | II |

Bab IV merupakan inti dari kajian ini yang meliputi pembahasan hasil perhitungan beban pencemar, pembangunan model kualitas air, hasil dan analisis simulasi.

4.1 Hasil Perhitungan Beban Pencemaran

Beban pencemaran yang diperoleh dalam kajian ini menggunakan metode yang diuraikan pada Bab II dapat dilihat menurut kabupaten/kota dan sub DAS serta berdasarkan jenis sumber pencemar. Parameter pencemar air yang digunakan adalah BOD dengan mempertimbangkan karakteristik air limbah seluruh sumber pencemar yang terdapat di DAS Citarum. Disamping itu, BOD juga merupakan parameter kunci yang digunakan untuk menganalisis kualitas air sungai Citarum.

Sumber pencemar domestik merupakan gabungan dari air limbah rumah tangga dan sampah. Sementara itu sumber pencemar industri merupakan gabungan dari seluruh sumber pencemar institusi yaitu industri, rumah sakit, hotel serta industri skala kecil. Sumber pencemar *non point source* merupakan gabungan dari beban pencemar dari tiga penggunaan lahan dominan yaitu pertanian, hutan dan lahan terbangun di perkotaan. Hasil perhitungan beban pencemar di DAS Citarum dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Tabel 4.2.



Gambar 4.1. Kontribusi Sumber Pencemar BOD di DAS Citarum

Tabel 4.2 Kontribusi Sumber Pencemar BOD Menurut Kab/kota

| Kabupaten/ Kota | Domestik (kg/hr) | Peternakan (kg/hr) | Industri (kg/hr) | Perikanan (kg/hr) | Non Point Source (NPS) (kg/hr) | Total (kg/hr) |
|----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|-----------------------------------------|---------------|
| Kab Bandung | 70.275,89 | 7.865,25 | 17.957,87 | 142,93 | 5.319,83 | 101.561,78 |
| Kab Sumedang | 4.705,60 | 341,11 | 2.756,04 | 0,00 | 267,61 | 8.070,36 |
| Kota Bandung | 82.559,76 | 763,90 | 3.932,24 | 0,00 | 424,91 | 87.680,80 |
| Kota Cimahi | 18.992,35 | 362,39 | 1.806,14 | 1,15 | 106,83 | 21.268,87 |
| Kab Bandung Barat | 25.562,27 | 10.145,16 | 1.622,34 | 1.787,67 | 4.553,03 | 43.670,48 |
| Kab Cianjur | 25.167,82 | 7.796,88 | 553,43 | 12.038,62 | 4.939,25 | 50.496,01 |
| Kab Purwakarta | 12.011,80 | 14.875,14 | 5.972,27 | 6.907,01 | 2.141,90 | 41.908,11 |
| Kab Bogor | 6.735,24 | 459,68 | 178,45 | 110,19 | 2.247,00 | 9.730,57 |
| Kab Karawang | 30.956,71 | 30.806,80 | 8.865,46 | 53,61 | 3.883,14 | 74.565,74 |
| Kab Bekasi | 24.100,95 | 1.759,15 | 13.722,18 | 0,00 | 5.843,68 | 45.425,97 |
| Total | 301.068,40 | 75.175,46 | 57.366,43 | 21.041,18 | 29.727,20 | 484.378,67 |
| Persentase | 62,16% | 15,52% | 11,84% | 4,34% | 6,14% | |

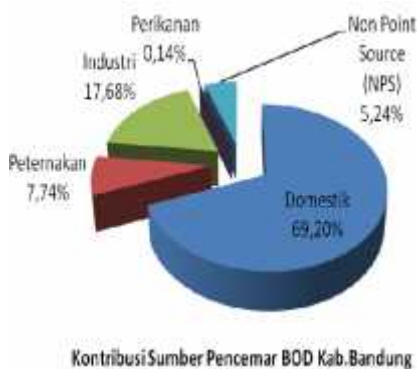
Beban pencemar domestik dapat berupa kegiatan dari pemukiman penduduk yang berada di hunian/kampung tradisional di daerah urban perkotaan, semi urban di pusat pertumbuhan baru di kecamatan, kompleks perumahan, dan real estate. Semakin tinggi kepadatan penduduknya semakin besar beban pencemar domestik yang ditimbulkannya. Semakin dekat ke aliran sungai semakin besar pula beban yang ditimbulkannya. Sebagai contoh pemukiman padat di sepanjang sungai Cikapundung secara signifikan telah mengakibatkan beban pencemaran domestik yang tinggi.

Beban pencemar industri dapat berasal dari industri besar, maupun kompleks/kawasan industri yang terdiri dari banyak industri di dalamnya. Industri besar yang terletak di DAS Citarum hulu dan hilir terutama industri tekstil telah menjadi penyumbang utama besarnya beban pencemar dari sektor industri. Selain industri tekstil juga terdapat industri manufaktur alas kaki/sepatu, industri pengolahan pangan, juga berperan sebagai penyumbang limbah di sub DAS. Selain industri besar, kegiatan UMKM (Usaha mikro kecil dan menengah) juga berperan menambah beban limbah, sebagai misal kegiatan pengolahan pangan berbahan baku kedelai menjadi tahu dan tempe.

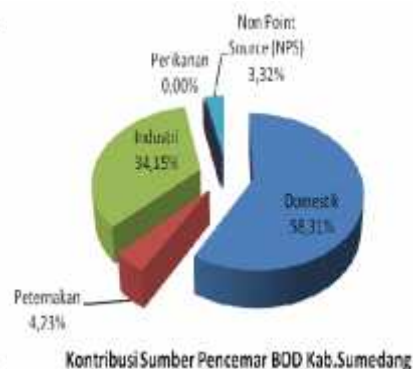
Kegiatan peternakan yang dapat berupa peternakan ruminansia (Sapi, Kerbau, Kambing dan Domba) maupun peternakan unggas dapat menimbulkan beban pencemar di Sub DAS, sebagai contoh nyata peternakan sapi khususnya sapi perah di daerah DAS Citarum hulu, yang terletak di daerah hulu sungai Cikapundung, di daerah Maribaya, Kabupaten Bandung Barat yang sebagian besar limbah dari peternakan sapi terbuang langsung ke sungai Cikapundung, dan mayoritas kandang sapi terletak di bantaran sungai Cikapundung dengan kelerengan yang curam sehingga mempermudah aliran limpasan limbah peternakan.

Kegiatan pertanian yang intensif yang berupa tanaman pangan, hortikultura, merupakan sumber pencemar, terutama pada daerah hulu dengan kelerengan yang tajam dapat memicu erosi yang tinggi yang akhirnya akan meningkatkan proses angkutan sedimen ke sungai yang pada gilirannya akan mempercepat proses pendangkalan aliran sungai. Proses erosi akan meningkatkan Phospat dan air hasil lindi dari lahan pertanian dapat meningkatkan Nitrat.

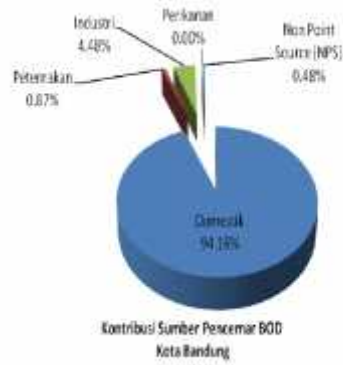
Gambar 4.2 sampai dengan 4.11 memperlihatkan profil beban pencemar menurut sumber pencemar di 11 kab/kota di DAS Citarum.



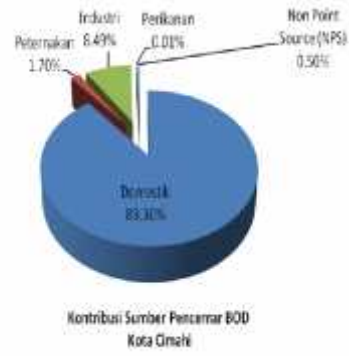
Gambar 4.2 Kontribusi Sumber Pencemar BOD Kab. Bandung



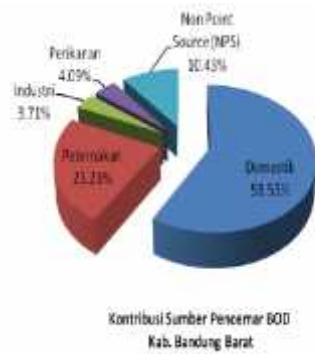
Gambar 4.2 Kontribusi Sumber Pencemar BOD Kab. Sumedang



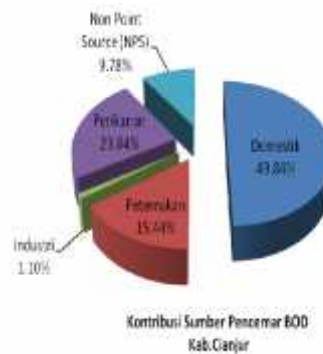
Gambar 4.2 Kontribusi Sumber Pencemar BOD Kota Bandung



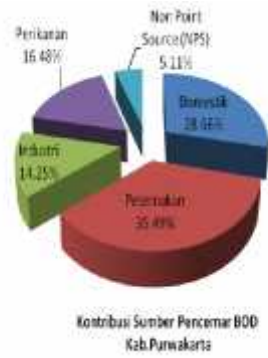
Gambar 4.2 Kontribusi Sumber Pencemar BOD Kota Cimahi



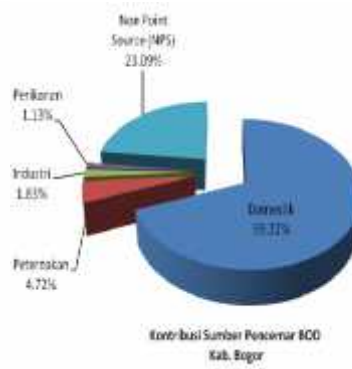
Gambar 4.2 Kontribusi Sumber Pencemar BOD Kab. Bandung Barat



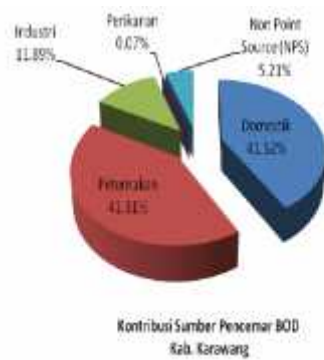
Gambar 4.2 Kontribusi Sumber Pencemar BOD Kab. Cianjur



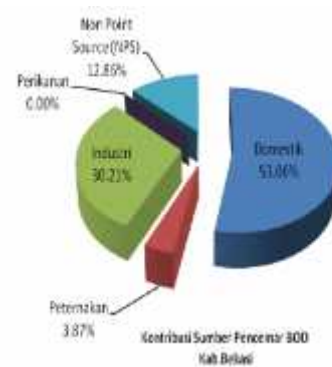
Gambar 4.2 Kontribusi Sumber Pencemar BOD Kab. Purwakarta



Gambar 4.2 Kontribusi Sumber Pencemar BOD Kab. Bogor



Gambar 4.2 Kontribusi Sumber Pencemar BOD Kab. Karawang



Gambar 4.2 Kontribusi Sumber Pencemar BOD Kab. Bekasi

4.2 Pembangunan Model Kualitas Air

Perhitungan Daya Tampung Beban Pencemaran (DTBP) dan Alokasi Beban Pencemar (ABP) sungai merupakan proses sangat kompleks dan rumit karena merupakan dampak dari interaksi antara zat pencemar dengan hidro-morfologi sungai yang keduanya memiliki karakteristik dan perilaku yang belum dipahami sepenuhnya. DTBP ditentukan oleh hubungan antara beban pencemar dengan kondisi kualitas air. Untuk memprediksi DTBP tersebut diperlukan model yang merupakan alat (*tool*) yang mampu menirukan proses tersebut walaupun tentunya dengan menggunakan penyederhaan dan asumsi-asumsi.

Berdasarkan karakteristiknya, model yang terkait dengan pengelolaan dan perlindungan sumberdaya air yang dikembangkan US-EPA terbagi menjadi dua katagori, yaitu :

Receiving Water Model atau Stream Model:

- Dynamic One-Dimensional Model of Hydrodynamics and Water Quality (EPDRiv1)
- Stream Water Quality Model (QUAL2K)
- A Two-Dimensional, Laterally Averaged, Hydrodynamic and Water Quality Model (CE-QUAL-W2)
- Conservational Channel Evolution and Pollutant Transport System (CONCEPTS)
- Environmental Fluid Dynamics Code (EFDC)
- Water Quality Analysis Simulation Program (WASP)
- AQUATOX

2. Watershed Models:

- Watershed Assessment Model (WAMView)
- Storm Water Management Model (SWMM)
- Hidrologycal Simulation Program Fotran (HSPF)
- Loading Simulation Program in C++ (LSPC)
- Basin
- SWAT

Pemodelan kualitas air dapat diterapkan untuk perhitungan DTBP di sumber air yaitu : sungai, danau atau waduk serta muara sungai (*estuari*). *Streams model* misalnya memodelkan persebaran dan perubahan fisik, kimia dan biologi (*fate*) zat pencemar di sungai dengan memasukan faktor kondisi iklim lokal, kondisi hidrolis dari badan sungai (kedalaman, lebar, gradien dan material penyusun dasar sungai), sifat dan perilaku zat pencemar. Selain itu pengambilan air sungai (*abstraction*) serta interaksi antara sungai dengan air tanah berupa aliran dasar (*baseflow*) biasanya diintegrasikan dalam model.

Kajian alokasi beban pencemaran Sungai Citarum ini menggunakan model WASP 7.5 yang merupakan salah satu *streams model*. Model kualitas air WAP Ver 7.5 merupakan produk *open source software* dari USEPA (United States – *Environment Protection Agency*).

Salah satu tujuan dari US-EPA (*United States Environmental Protection Agency*) untuk mengembangkan Model WASP adalah sebagai *tools* untuk melakukan analisa TDMLs (*Total Daily Maximum Loads*) pada badan air sungai. Menurut USEPA yang dimaksud dengan TDML adalah kemampuan maksimum badan air sungai untuk menerima beban pencemar yang berasal air limbah dengan tanpa mengakibatkan tercemarnya badan sungai yang bersangkutan.

Berikut ini tahapan perhitungan alokasi beban pencemaran menggunakan model WASP Ver 7.5:

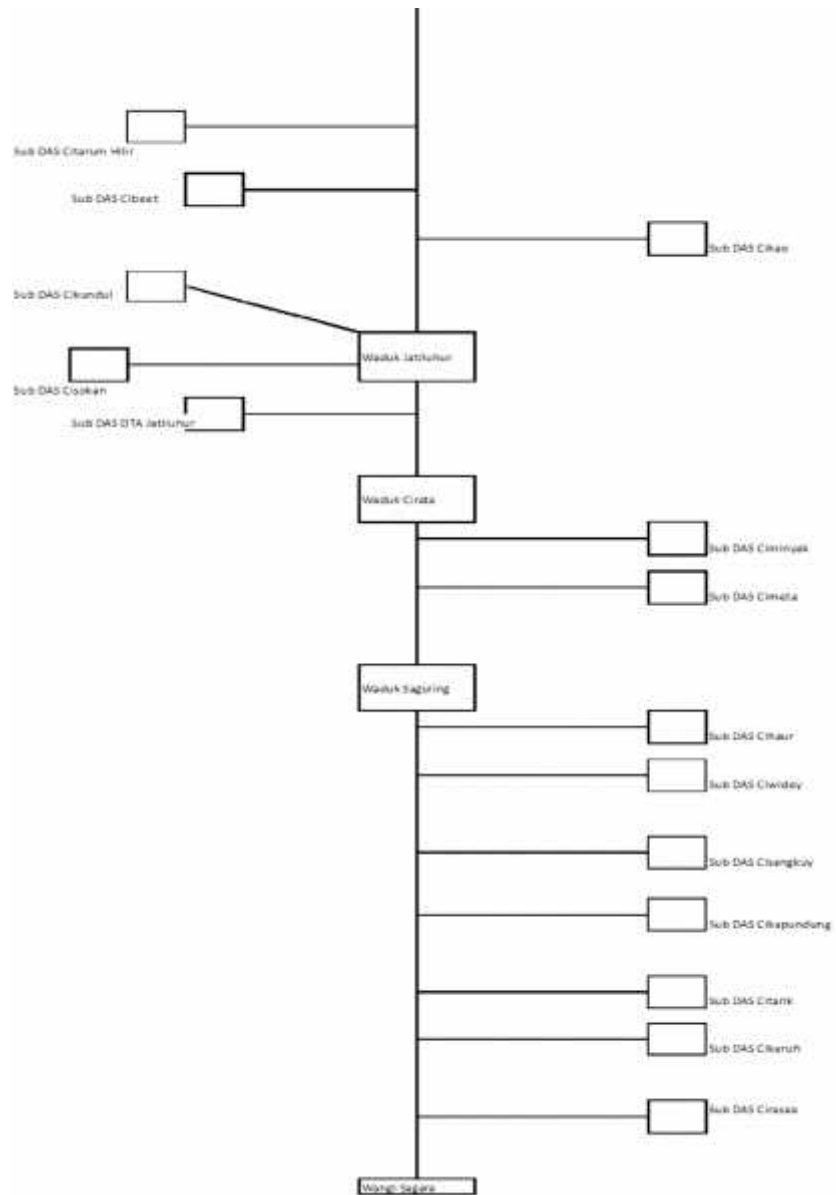
1. *Schematisasi* Ruas Sungai
 2. Pengolahan Data
 3. Kalibrasi Model
 4. Pengembangan Simulasi
 5. Penghitungan Daya Tampung Sungai
- a. Rancangan Model Kualitas Air DAS Citarum

Penerapan model kualitas air di Sub DAS Citarum dapat dibuat sederhana dengan pendekatan global yaitu dengan mengasumsikan Sub DAS Citarum sebagai sumber beban pencemar yang dapat membebani sungai induk Citarum yang dalam pemodelan ini dibagi menjadi 4 sub system , yaitu :

- a) Sub system Hulu Das Citarum - Inlet Bendungan Saguling
- b) Sub system Outlet Bendungan Saguling – Inlet Bendungan Cirata
- c) Sub system Outlet Bendungan Cirata – Inlet Bendungan Jatiluhur
- d) Sub system Inlet Bendungan Jatiluhur – Pantai

Hubungan antara System diatas dengan sub DAS sub DAS diatas adalah dapat di uraikan sebagai berikut Sub DAS Cirasea , Cikeruh , Citarik , Cikapundung , Cisangkuy , Ciwidey dan Cihaur sebagai sumber beban polusi Sub System DAS Citarum hulu – Inlet Bendungan Saguling

- a) Sub DAS Ciminyak and Cimeta sebagai sumber beban polusi Sub System outlet Bendungan Saguling – Inlet Bendungan Cirata
- b) Sub DAS DTA (Daerah Tangkapan Air) Jatiluhur sebagai sumber beban polusi Sub System outlet Bendungan Cirata – Inlet Bendungan Jatiluhur
- c) Sub DAS Cikao , Citarum Hilir , dan Cibeet sebagai sumber beban polusi Sub System outlet Bendungan Jatiluhur – Pantai



Gambar 4.12. Skematisasi DAS Citarum

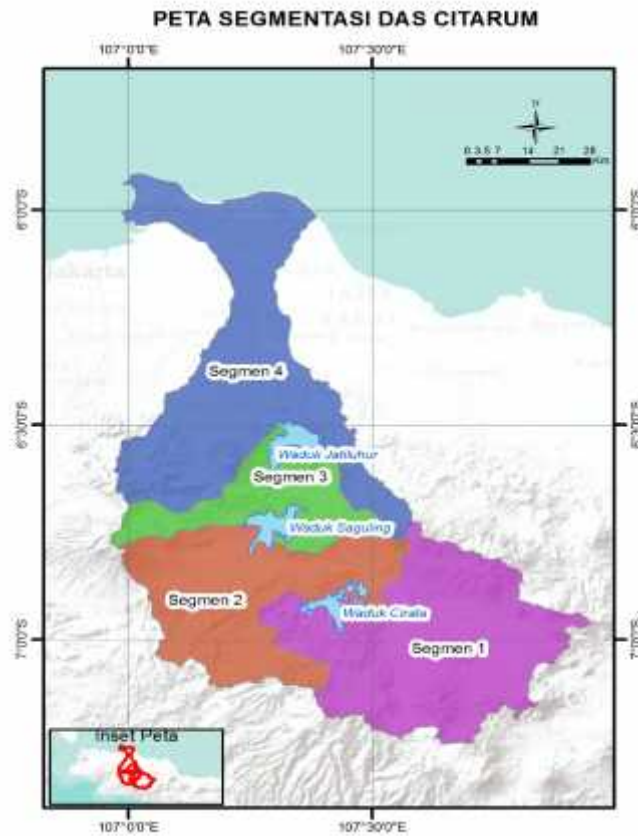
Skematisasi DAS Citarum untuk kepentingan pemodelan dapat dilihat pada Gambar 4.12, sedangkan DAS Citarum beserta sub dasnya dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13. Peta DAS Citarum beserta sub dasnya

- b. Pembagian Segment Sungai Model Kualitas Air DAS Citarum
- Pembagian segment sungai Model Kualitas air Global Das Citraum dapat dilakukan sebagai berikut :
- Sub system Upper DAS Citarum/ Wangisagara - Inlet Bendungan Saguling
 - Sub system Outlet Bendungan Saguling - Inlet Bendungan Cirata
 - Sub system Outlet Bendungan Cirata - Inlet Bendungan Jatiluhur
 - Sub system Inlet Bendungan Jatiluhur - Muara sungai

Pembagian segment sungai pada sub system diatas dapat dilihat pada Gambar 4.14 dan Tabel 4.3.



Gambar 4.14 Peta Segmentasi Sungai Citarum

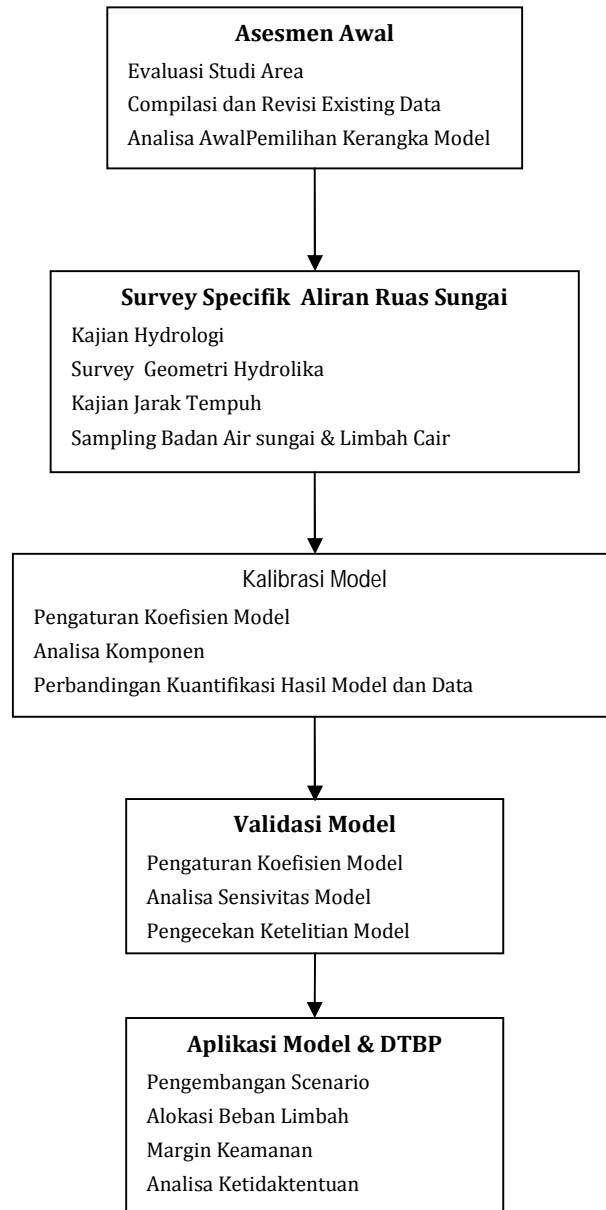
Tabel 4.3 Segmentasi Sungai Citarum

| Sub System | Ukuran Segment (Km) | Panjang Sub Sytem (Km) |
|----------------------------------------|---------------------|------------------------|
| Wangisagara - Bendungan Saguling | 2 | 80 |
| Bendungan Saguling - Bendungan Cirata | 2 | 36 |
| Bendungan Cirata - Bendungan Jatiluhur | 2 | 10 |
| Bendungan Jatiluhur - Muara | 2 | 70 |

c. Kalibrasi Model Kualitas Air

Kalibrasi adalah suatu langkah untuk mengatur nilai konstanta parameter dengan tujuan untuk dapat memperoleh hasil yang sesuai dengan kondisi kualitas air badan sungai. Kalibrasi biasanya dilakukan pada debit rendah, selanjutnya untuk menetapkan kecocokan model dengan kondisi lapangan dilakukan kalibrasi sekali lagi pada kondisi debit tinggi yang lazim disebut sebagai verifikasi model.

Dengan telah dilakukannya kalibrasi, model telah dapat digunakan untuk melakukan pengembangan berbagai variasi skenario simulasi. Kalibrasi dilakukan pada berbagai aspek yaitu aspek hidrolika sungai dan aspek nilai konstanta biologi dan kimia model. Tahapan pemodelan kualitas air dapat dilihat pada Gambar 4.15.



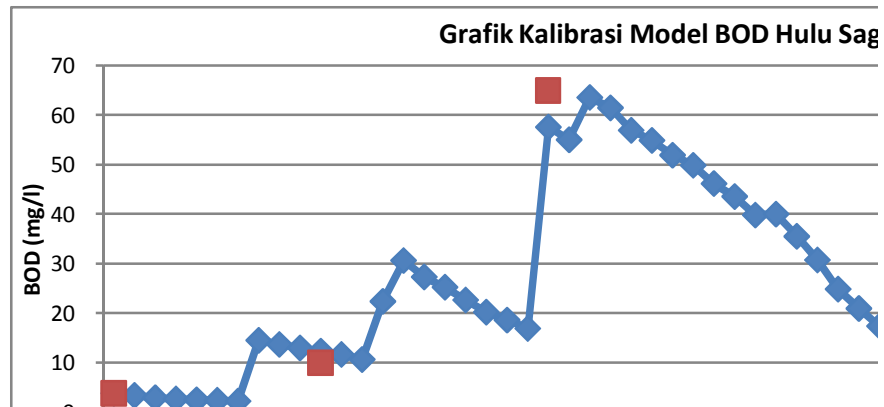
Gambar 4.15. Langkah-langkah Penggunaan Model Kualitas Air

4.3. Hasil Perhitungan Daya Tampung dan Alokasi Beban Pencemaran Sungai Citarum

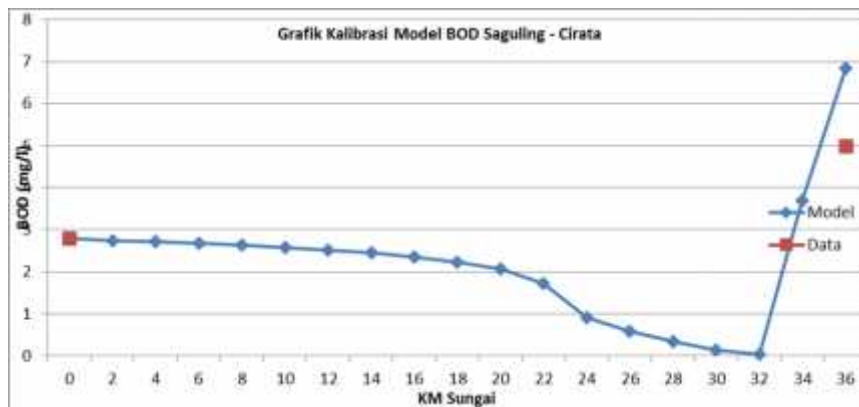
i. Hasil Kalibrasi Model Global Kualitas Air DAS Citarum

Hasil kalibrasi model kualitas air DAS Citarum dapat dilihat pada Gambar 4.16 sampai dengan Gambar 4.35 yang terdiri dari grafik kalibrasi BOD di :

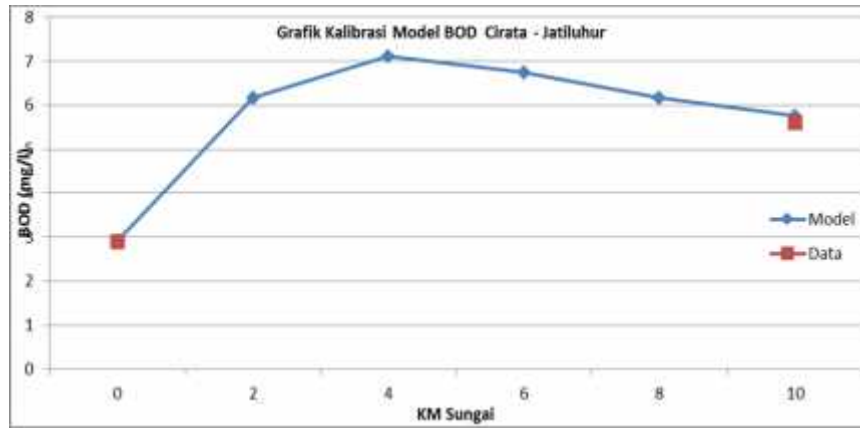
- Sub system Upper DAS Citarum/ Wangisagara – Inlet Bendungan Saguling
- Sub system Outlet Bendungan Saguling – Inlet Bendungan Cirata
- Sub system Outlet Bendungan Cirata – Inlet Bendungan Jatiluhur
- Sub system Inlet Bendungan Jatiluhur - Muara Sungai



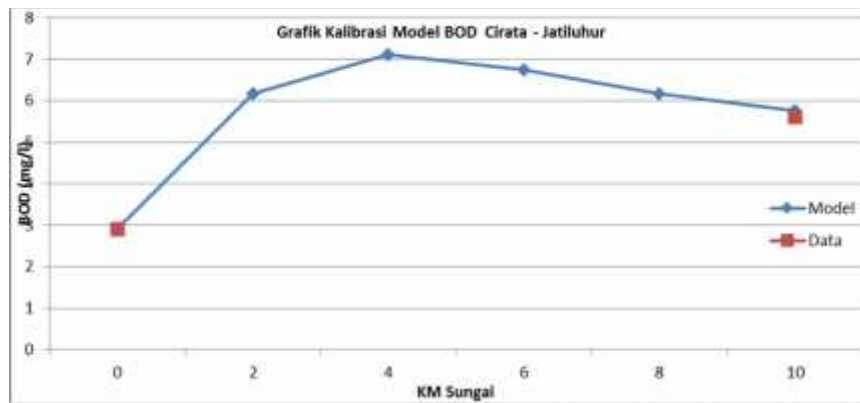
Gambar 4.16 Grafik Hasil Kalibrasi BOD di Wangisagara-Inlet Saguling



Gambar 4.17 Grafik Hasil Kalibrasi BOD di Saguling-Cirata



Gambar 4.18 Grafik Hasil Kalibrasi BOD di Cirata-Jatiluhur



Gambar 4.19 Grafik Hasil Kalibrasi BOD di Hilir Jatiluhur

j. **Pengembangan Skenario Model Kualitas Air DAS Citarum**

Secara umum perbaikan kualitas air dapat diperoleh dengan integrasi upaya sebagai berikut :

1. Penurunan beban pencemar pada sumber pencemar
2. Pemulihan kualitas air di badan air langsung
3. Perbaikan Koefisien Rejim Sungai (KRS)
4. Penurunan tingkat erosi dan sedimentasi

Pemodelan kualitas air yang digunakan dalam kajian ini difokuskan untuk memprediksi perbaikan kualitas air yang disebabkan oleh penurunan beban pencemar saja (point 1) dengan asumsi keluaran upaya point 2, 3 dan 4 seperti saat ini.

Prediksi perbaikan kualitas air dari hulu sampai hilir sungai Citarum akibat dari penurunan beban pencemar diperoleh dengan menggunakan 4 skenario simulasi model kualitas air DAS Citarum yaitu :

1. Tanpa penurunan beban pencemaran,
2. Penurunan beban pencemaran 25%
3. Penurunan beban pencemaran 50%
4. Penurunan beban pencemaran 75%

Berikut ini detail pengembangan skenario simulasi model kualitas air di 4 segmen :

A. Wangisagara – Inlet Bendungan Saguling

- a) Hulu Saguling tanpa penurunan beban pencemaran
- b) Hulu Saguling dengan penurunan beban pencemaran 25 %
- c) Hulu Saguling dengan penurunan beban pencemaran 50%
- d) Hulu Saguling dengan penurunan beban pencemaran 75%

B. Outlet Bendungan Saguling – Inlet Bendungan Cirata

- a) Outlet Bendungan Saguling – Inlet Bendungan Cirata tanpa penurunan beban
- b) Outlet Bendungan Saguling – Inlet Bendungan Cirata dengan penurunan beban 25%
- c) Outlet Bendungan Saguling – Inlet Bendungan Cirata dengan penurunan beban 50%
- d) Outlet Bendungan Saguling – Inlet Bendungan Cirata dengan penurunan beban 75%

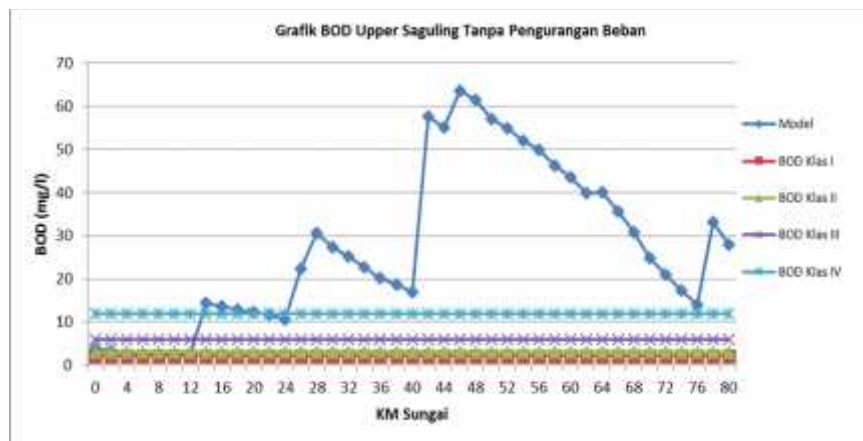
C. Outlet Bendungan Cirata – Inlet Bendungan Jatiluhur

- a) Outlet Bendungan Cirata – Inlet Bendungan Jatiluhur tanpa penurunan beban
- b) Outlet Bendungan Cirata – Inlet Bendungan Jatiluhur dengan penurunan beban 25%
- c) Outlet Bendungan Cirata – Inlet Bendungan Jatiluhur dengan penurunan beban 50%
- d) Outlet Bendungan Cirata – Inlet Bendungan Jatiluhur dengan penurunan beban 75%

D. Inlet Bendungan Jatiluhur – Muara Pantai

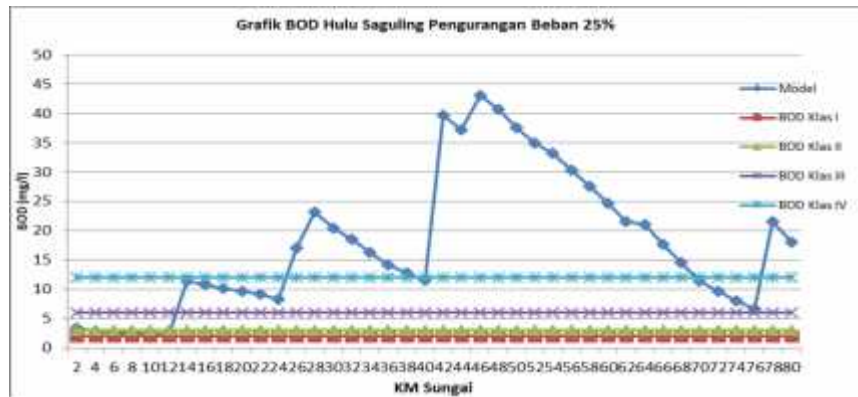
- a) Inlet Bendungan Jatiluhur – Muara pantai tanpa penurunan beban
- b) Inlet Bendungan Jatiluhur – Muara pantai dengan penurunan beban 25%
- c) Inlet Bendungan Jatiluhur – Muara pantai dengan penurunan beban 50%
- d) Inlet Bendungan Jatiluhur – Muara pantai dengan penurunan beban 75%

Hasil simulasi model WASP 7.3 untuk parameter BOD di seluruh segmen dapat dilihat pada Gambar 4.20 sampai dengan Gambar 4.35



Gambar 4.20 Grafik Hasil Simulasi BOD Tanpa Pengurangan Beban Pencemar di Hulu Saguling

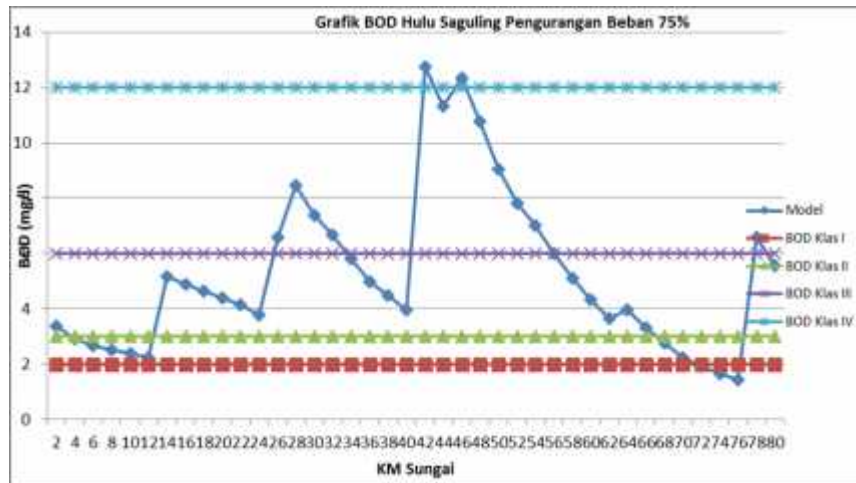
Gambar 4.20 Grafik Hasil Simulasi BOD Tanpa Pengurangan Beban Pencemar di Hulu Saguling



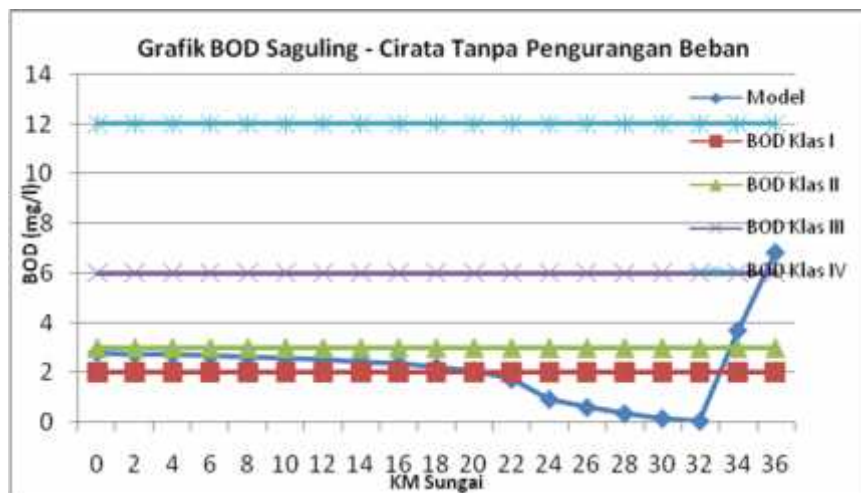
Gambar 4.21 Grafik Hasil Simulasi BOD Skenario Pengurangan Beban Pencemar 25% di Hulu Saguling



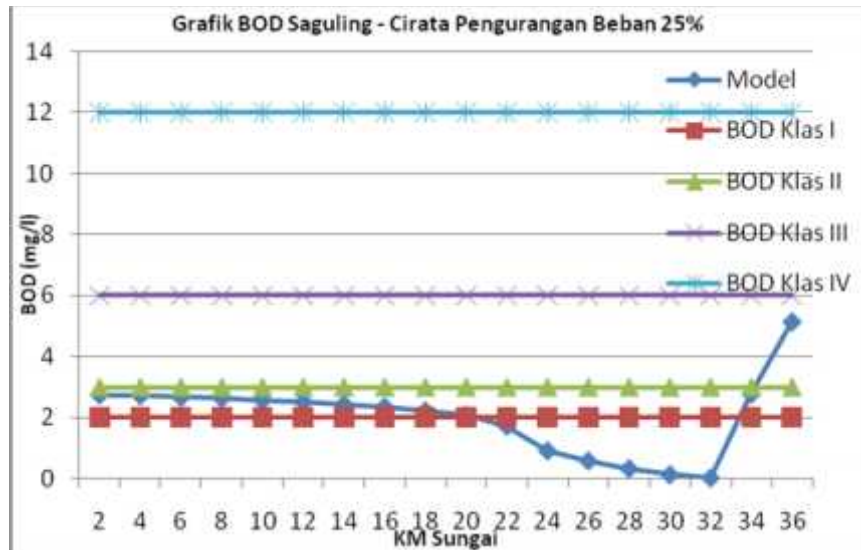
Gambar 4.22 Grafik Hasil Simulasi BOD Skenario Pengurangan Beban Pencemar 50% di Hulu Saguling



Gambar 4.23 Grafik Hasil Simulasi BOD Skenario Pengurangan Beban Pencemar 75%



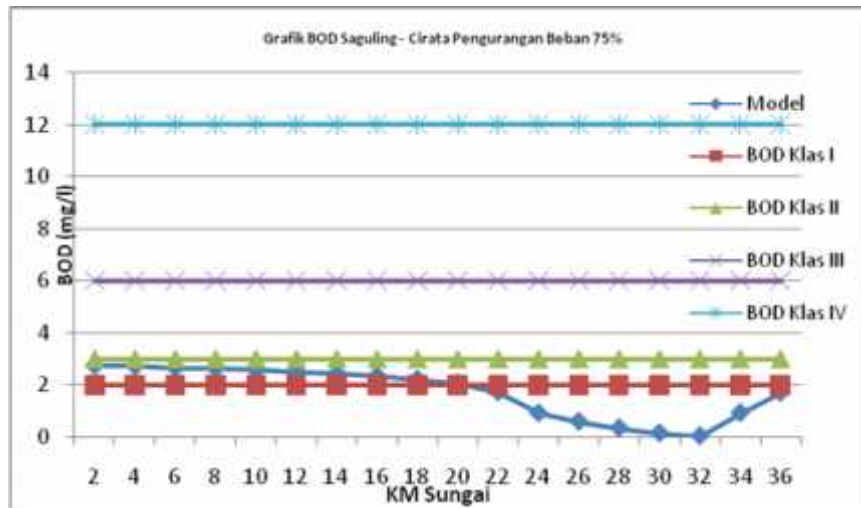
Gambar 4.24 Grafik Hasil Simulasi BOD Skenario Tanpa Pengurangan Beban Pencemar di Saguling-Cirata



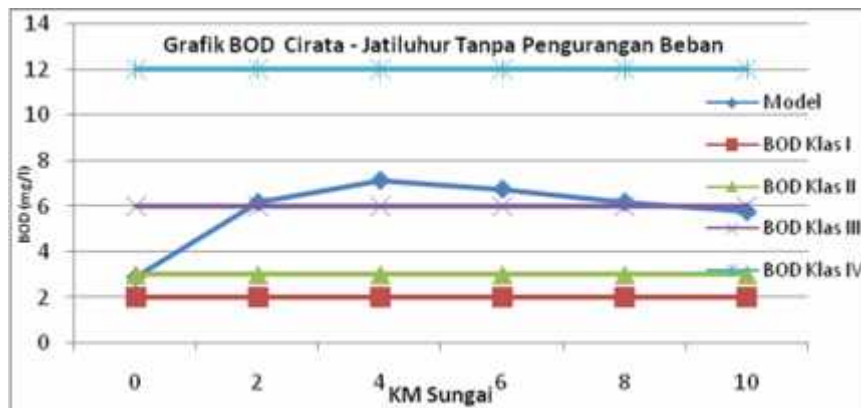
Gambar 4.25 Grafik Hasil Simulasi BOD Skenario Pengurangan Beban Pencemar 25% di Saguling-Cirata



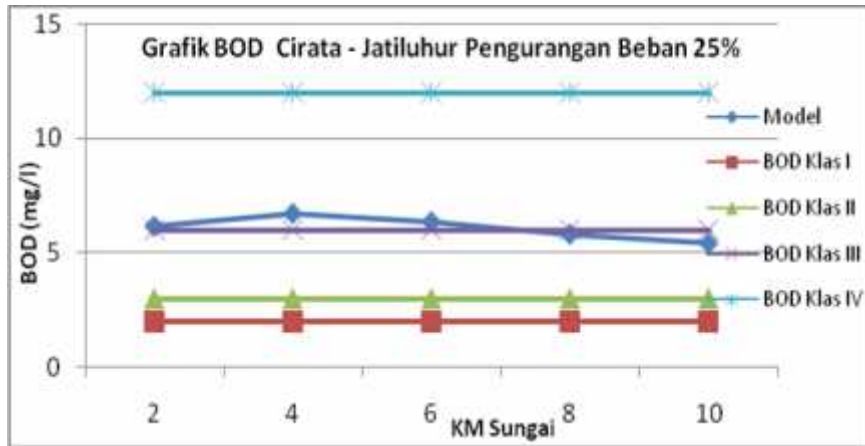
Gambar 4.26 Grafik Hasil Simulasi BOD Skenario Pengurangan Beban Pencemar 50% di Saguling-Cirata



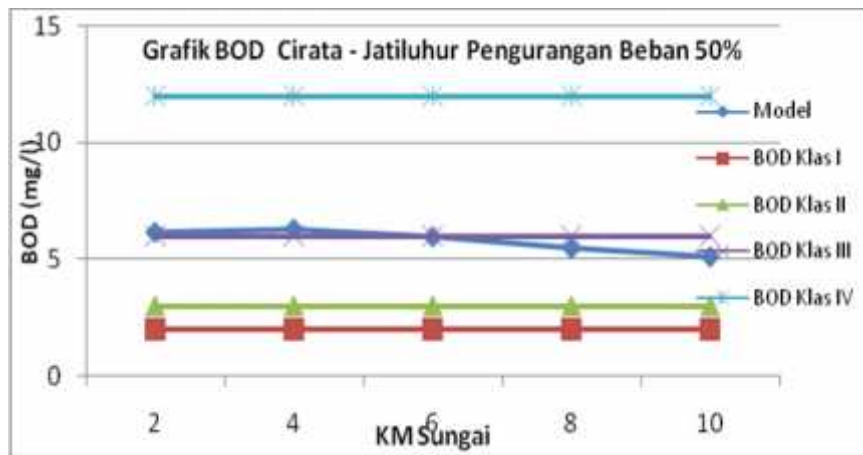
Gambar 4.27 Grafik Hasil Simulasi BOD Skenario Pengurangan Beban Pencemar 75% Saguling-Cirata



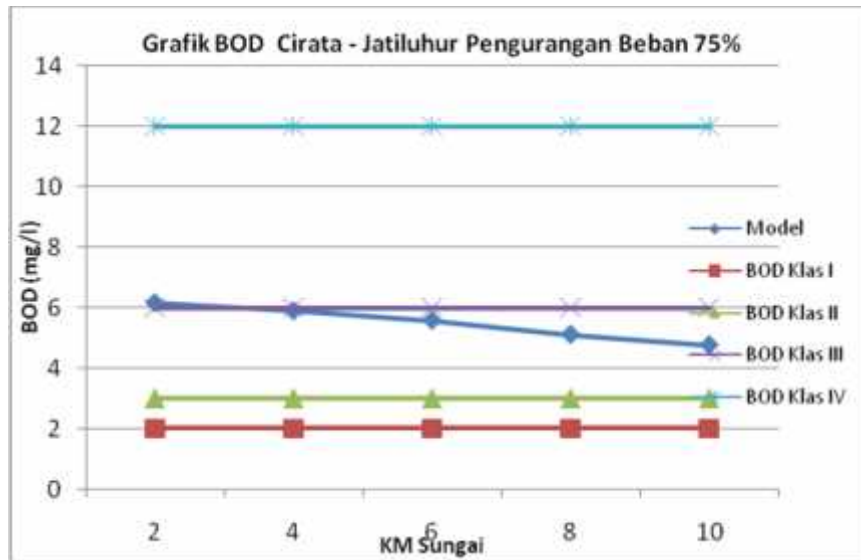
Gambar 4.28 Grafik Hasil Simulasi BOD Skenario Tanpa Pengurangan Beban Pencemar di Cirata-Jatiluhur



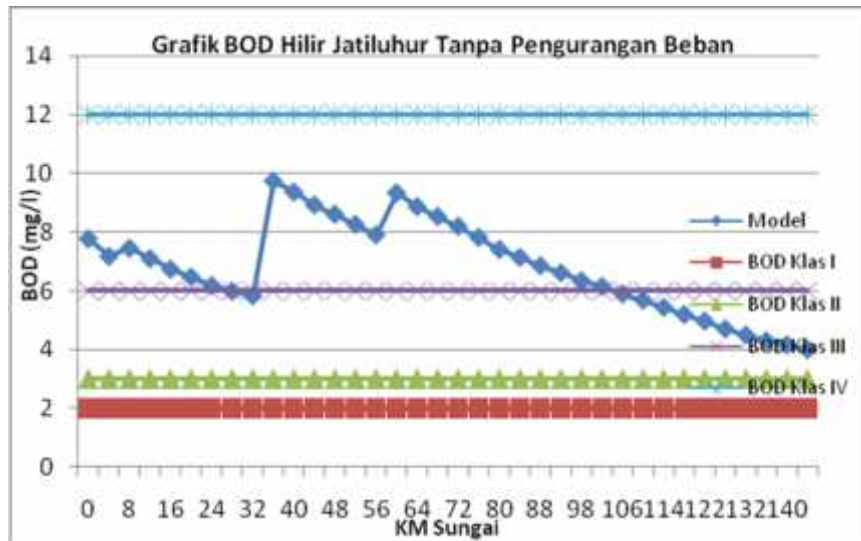
Gambar 4.29 Grafik Hasil Simulasi BOD Skenario Pengurangan Beban Pencemar 25% di Cirata-Jatiluhur



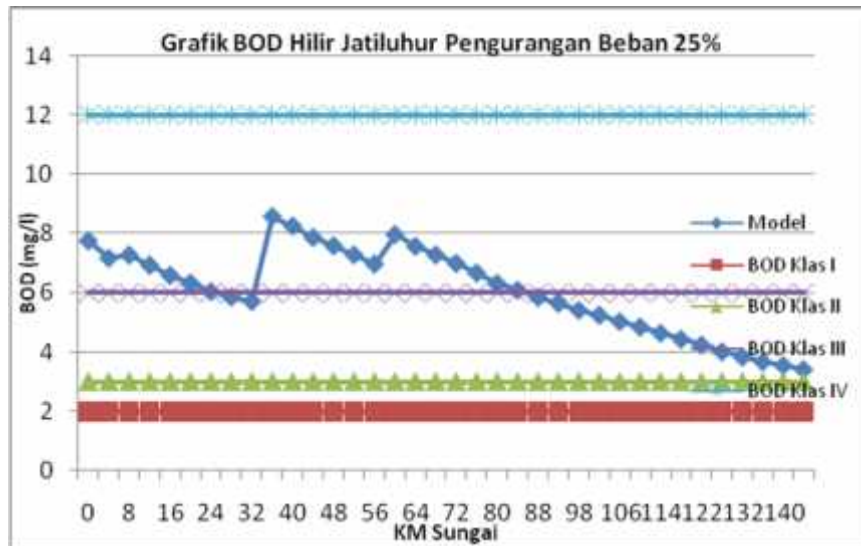
Gambar 4.30 Grafik Hasil Simulasi BOD Skenario Pengurangan Beban Pencemar 50% di Cirata-Jatiluhur



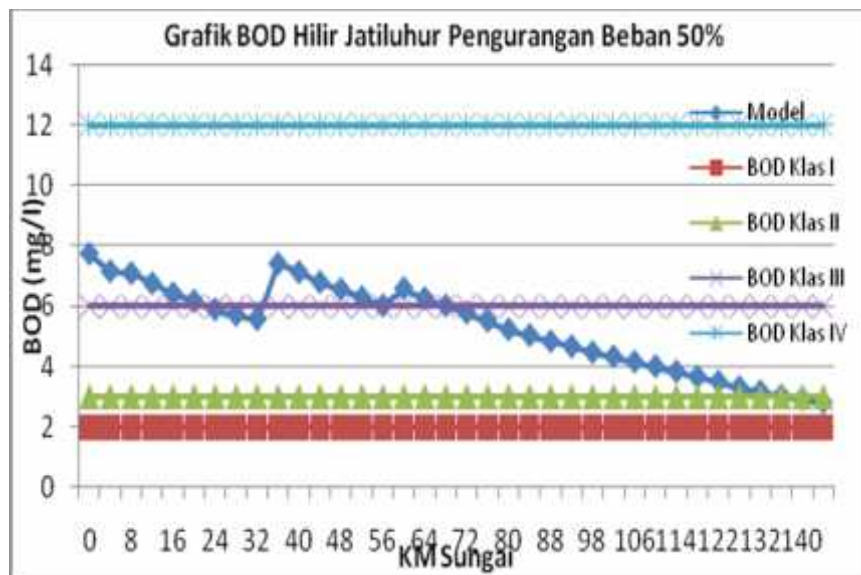
Gambar 4.31 Grafik Hasil Simulasi BOD Skenario Pengurangan Beban Pencemar 75% di Cirata-Jatiluhur



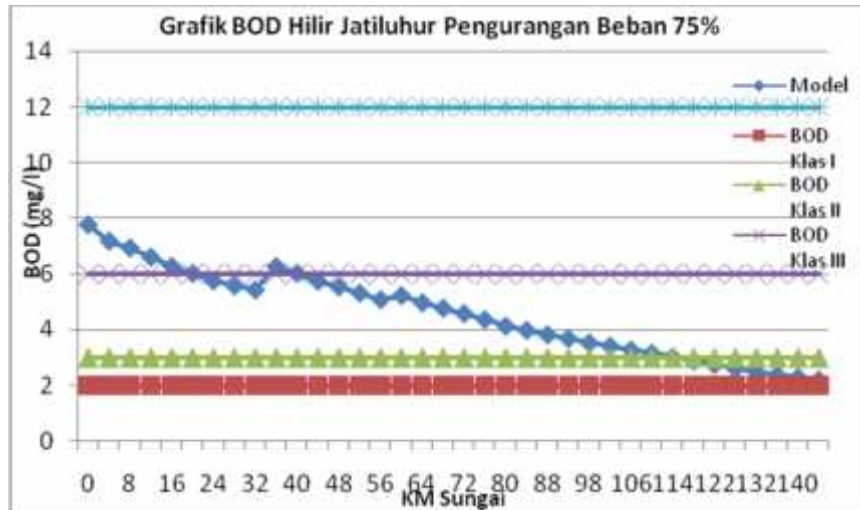
Gambar 4.32 Grafik Hasil Simulasi BOD Skenario Tanpa Pengurangan Beban Pencemar di Hilir Jatiluhur



Gambar 4.33 Grafik Hasil Simulasi BOD Skenario Pengurangan Beban Pencemar 25% di Hilir Jatiluhur



Gambar 4.34 Grafik Hasil Simulasi BOD Skenario Pengurangan Beban Pencemar 50% di Hilir Jatiluhur



Gambar 4.35 Grafik Hasil Simulasi BOD Skenario Pengurangan Beban Pencemar 25% di Hilir Jatiluhur

Berdasarkan hasil simulasi model kualitas air tersebut dapat disimpulkan bahwa perbaikan kualitas air untuk mencapai mutu air sasaran di segmen 1 yaitu di hulu Saguling dapat diperoleh dengan cara pengurangan beban air limbah sebesar 75% dan untuk segmen 2, 3 dan 4 diperlukan pengurangan beban sebesar 50%. Pengurangan beban air limbah sebaiknya dilakukan di DAS Citarum secara bertahap dengan cara membagi target penurunan beban pencemaran sebagaimana diperlihatkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Tahapan Penurunan Beban Pencemar di DAS Citarum

| Segmen | Kab/kota | Sub DAS | Beban Asli | Pengurangan 25% | Pengurangan 50% | Pengurangan 75% |
|--------|--------------|---------|------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | | BOD | BOD | BOD | BOD |
| | | | (Kg/Hari) | (Kg/Hari) | (Kg/Hari) | (Kg/Hari) |
| 1 | Kab.Bandung | Cirasea | 22.873,91 | 17.155,43 | 11.436,96 | 5.718,48 |
| | Kab.Sumedang | Citarik | 20.382,82 | 15.287,12 | 10.191,41 | 5.095,71 |

| | | | | | | |
|---|-------------------------|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Kota Bandung | Cikeruh | 24.788,34 | 18.591,25 | 12.394,17 | 6.197,08 |
| | Kab.Bandung | Cisangkuy | 19.482,94 | 14.612,20 | 9.741,47 | 4.870,73 |
| | Kota Bandung | Cikapundung | 77.341,19 | 58.005,89 | 38.670,59 | 19.335,30 |
| | Kab.Bandung | Ciwidey | 8.282,60 | 6.211,95 | 4.141,30 | 2.070,65 |
| | Cimahi | Cihaur | 45.532,04 | 34.149,03 | 22.766,02 | 11.383,01 |
| 2 | Bandung Barat | Ciminyak | 10.929,27 | 8.196,96 | 5.464,64 | 2.732,32 |
| | Bandung Barat | Cimeta | 10.076,68 | 7.557,51 | 5.038,34 | 2.519,17 |
| | Kab.Cianjur | Cisokan | 32.219,81 | 24.164,86 | 16.109,91 | 8.054,95 |
| 3 | Kab.Cianjur | Cikundul | 7.803,99 | 5.852,99 | 3.901,99 | 1.951,00 |
| | Purwakarta | DTA Jatiluhur | 17.749,33 | 13.311,99 | 8.874,66 | 4.437,33 |
| 4 | Purwakarta | Cikao | 13.985,97 | 10.489,48 | 6.992,98 | 3.496,49 |
| | Kab.Bogor,Kab.Karawang | Cibeet | 39.452,75 | 29.589,56 | 19.726,37 | 9.863,19 |
| | Kab.Karawang,Kab.Bekasi | Citrarum Hilir | 80.094,45 | 60.070,84 | 40.047,22 | 20.023,61 |

Berdasarkan simulasi model tersebut maka Daya Tampung Beban Pencemaran (DTBP) Sungai Citarum di setiap segmen ditentukan oleh jumlah beban pencemar yang diperbolehkan untuk dibuang ke Sungai Citarum sehingga target kualitas air yang ditetapkan dapat dicapai, yaitu :

- 1) Segmen 1 sebesar 75% dari beban eksisting/aktual
- 2) Segmen 2 sebesar 50% dari beban eksisting/aktual
- 3) Segmen 3 sebesar 50% dari beban eksisting/aktual
- 4) Segmen 4 sebesar 50% dari beban eksisting/aktual

Rekapitulasi Beban Pencemaran di Sungai Citarum secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Rekapitulasi Beban Pencemaran di Sungai Citarum

| Segmen | Kabupaten /Kota | Beban Pencemar BOD Eksisting (kg/hr) | DTBP BOD (kg/hr) | Penurunan Beban BOD (kg/hr) | Penurunan Beban Per Segmen (kg/hr) | Persentase Penurunan Beban BOD per segmen |
|------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|------------------|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------|
| 1 (Hulu S Citarum s.d Inlet Waduk Saguling) | Kab. Bandung | 50.639,45 | 12.659,86 | 37.979,59 | 164.012,88 | 54,03 |
| | Kab. Sumedang | 20.382,82 | 5.095,71 | 15.287,12 | | |
| | Kota Bandung | 102.129,53 | 25.532,38 | 76.597,15 | | |
| | Kota Cimahi | 45.532,04 | 11.383,01 | 34.149,03 | | |
| 2 (Outlet Waduk Saguling s.d Inlet Waduk Cirata) | Kab. Bandung Barat | 21.005,95 | 10.502,98 | 10.502,98 | 26.612,88 | 8,77 |
| | Kab. Cianjur | 32.219,81 | 16.109,91 | 16.109,91 | | |
| 3 (Outlet Waduk Cirata s.d Inlet waduk Jatiluhur) | Kab. Cianjur | 7.803,99 | 3.901,99 | 3.901,99 | 12.776,66 | 4,21 |
| | Kab. Purwakarta | 17.749,33 | 8.874,66 | 8.874,66 | | |
| 4 (outlet waduk Jatiluhur s.d muara /pantai) | Kab. Purwakarta | 13.985,97 | 3.496,49 | 10.489,48 | 100.149,88 | 32,99 |
| | Kab. Bogor | 13.150,92 | 3.287,73 | 9.863,19 | | |
| | Kab. Karawang | 66.349,06 | 16.587,26 | 49.761,79 | | |
| | Kab. Bekasi | 40.047,22 | 10.011,81 | 30.035,42 | | |
| | TOTAL | 430.996,09 | 127.443,79 | 303.552,30 | 303.552,30 | 100,00 |

Pengaturan besaran beban pencemar yang masih diperbolehkan dibuang dan jumlah beban pencemar yang harus diturunkan menurut sumber pencemar (sektoral) dan secara spasial (sub DAS dan administrasi) merupakan inti dari konsep Alokasi Beban Pencemar (ABP). Dasar dari pengalokasian beban pencemar tersebut adalah kontribusi sumber pencemar terhadap beban pencemar eksisting/aktual. Konsep inilah yang akan digunakan untuk menyusun strategi, program dan rencana aksi penurunan beban pencemar.

Hasil inventarisasi dan identifikasi di DAS Citarum untuk parameter BOD memperlihatkan kontribusi sumber pencemar sebagai berikut : domestik 62,16%, peternakan 15,52%, industri 11,84%, budidaya perikanan 4,34% serta dari penggunaan lahan (hutan, pertanian dan daerah terbangun) 6,14%. Sehingga penentuan alokasi beban pencemar dan pengurangan beban pencemar di hulu Citarum sebesar 75% dan di hilir (setelah waduk Saguling) sebesar 50% dari beban aktual tersebut dapat diterapkan berdasarkan besarnya kontribusi sumber pencemar tersebut seperti pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6. Penurunan Beban menurut Sektor dan Kab/kota

| Segmen | Kabupaten /Kota | Penurunan Beban BOD Per Sumber Pencemar (kg/hr) | | | | |
|------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------|------------|------------|-----------|---------------------------|
| | | Domestik* | Peternakan | Industri** | Perikanan | Non Point Source (NPS)*** |
| 1 (Hulu S Citarum s.d Inlet Waduk Saguling) | Kab. Bandung | 30.106,84 | 3.370,66 | 2.161,01 | 61,25 | 2.279,82 |
| | Kab. Sumedang | 8.813,77 | 656,25 | 5.302,25 | 0,00 | 514,84 |
| | Kota Bandung | 72.306,59 | 675,46 | 4.321,90 | 3,25 | 375,71 |
| | Kota Cimahi | 31.284,99 | 602,89 | 2.081,50 | 1,91 | 177,73 |
| 2 (Outlet Waduk Saguling s.d Inlet Waduk Cirata) | Kab. Bandung Barat | 6.098,65 | 2.470,64 | 389,54 | 435,35 | 1.108,79 |
| | Kab. Cianjur | 7.944,39 | 2.515,75 | 171,66 | 3.884,40 | 1.593,71 |
| 3 (Outlet Waduk Cirata s.d Inlet waduk Jatiluhur) | Kab. Cianjur | 1.924,22 | 609,34 | 41,58 | 940,84 | 386,01 |
| | Kab. Purwakarta | 2.505,17 | 3.170,32 | 1.270,59 | 1.472,08 | 456,50 |
| 4 (outlet waduk Jatiluhur s.d muara /pantai) | Kab. Purwakarta | 2.961,00 | 3.747,18 | 1.501,79 | 1.739,94 | 539,56 |
| | Kab. Bogor | 4.291,63 | 4.375,50 | 636,92 | 7,61 | 551,52 |
| | Kab. Karawang | 26.617,00 | 10.091,50 | 7.482,00 | 15,23 | 5.556,06 |
| | Kab. Bekasi | 18.033,73 | 1.340,51 | 6.208,17 | 0,00 | 4.453,01 |
| | TOTAL | 212.888,00 | 33.626,00 | 31.568,91 | 8.561,87 | 17.993,27 |

- * Domestik terdiri dari:
 - Air limbah rumah tangga
 - Sampah
- **Industri terdiri dari:
 - Industri Skala Menengah dan Besar
 - Industri Skala Kecil
 - Hotel
 - Rumah Sakit
- ***Non Point Source (NPS) terdiri dari:
 - Pertanian
 - Hutan
 - Lahan terbangun

BAB V

REKOMENDASI INTERVENSI PENURUNAN BEBAN PENCEMAR

Bab V ini menguraikan penerapan hasil perhitungan daya tampung beban penceraan dan alokasi beban pencemaran untuk pengendalian pencemaran air di DAS Citarum.

Meningkatnya beban pencemaran menyebabkan penurunan kualitas air sungai Citarum. Semakin besar beban pencemaran yang terjadi semakin memburuk kualitas airnya. Dengan mengurangi besarnya beban pencemaran sungai akan meningkatkan kualitas air sungai. Tantangan yang dihadapi adalah banyaknya sumber pencemar berupa *point source* dan *non point source* dari kegiatan yang dilakukan oleh atau dibawah pengawasan lembaga pemerintah, swasta, masyarakat. Berdasarkan hasil inventarisasi dan identifikasi sumber pencemaran DAS Citarum, terdapat lima sumber pencemaran yaitu domestik rumah tangga, peternakan, industri, penggunaan lahan (hutan, sawah, kebun, lahan terbangun diperkotaan) dan perikanan

Untuk merealisasikan skenario penurunan beban yang telah ditetapkan, maka diperlukan strategi, program dan rencana aksi yang melibatkan berbagai pihak terkait untuk menurunkan beban pencemar dari 5 sumber pencemar tersebut.

5.1 Penurunan Beban Pencemaran Industri

Beban pencemar yang bersumber dari kegiatan industri untuk parameter BOD menempati posisi ketiga terbesar setelah domestik dan peternakan. Jumlah beban pencemar total di DAS Citarum dari kegiatan industri diluar kegiatan usaha skala kecil diperkirakan sebesar 33.616,36 kg/hr, sedangkan alokasi beban pencemar yang diperbolehkan untuk dibuang dari kegiatan ini 11411,04732 kg/hr, sehingga diperlukan penurunan beban pencemar 31.568,91 kg/hr.

Penurunan beban pencemaran dari sumber industri dimulai dengan menetapkan alokasi atau kuota beban pencemar yang diperbolehkan dibuang ke DAS Citarum dari seluruh industri yang ada. Alokasi tersebut diterapkan melalui perizinan pembuangan air limbah yang kemudian pelaksanaannya atau penaatan terhadap izin tersebut diawasi oleh BLH kab/kota. Pemenuhan alokasi beban pencemar dicapai melalui penggunaan IPAL (WWTP) dan atau penerapan produksi

bersih, reuse dan recyle. Alokasi beban pencemar yang diperbolehkan dibuang dan penurunan beban pencemar yang perlu dilakukan di DAS Citarum dari sektor industri dapat dilihat pada Tabel 5.1. Sedangkan strategi dan intervensi untuk memenuhi target tersebut disajikan pada Tabel 5.2.

Tabel 5.1. Alokasi Beban Pencemar dan Penurunan Beban Pencemar Industri di DAS Citarum

| Segmen | Sub DAS | Kab/kota | Alokasi Beban Pencemar Industri (kg/hr) | Penurunan Beban BOD Industri (kg/hr) |
|--------|---------------|-----------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | Cirasea | Kab.Bandung | 325,38 | 976,13 |
| | Citarik | Kab.Sumedang | 1.767,42 | 5.302,25 |
| | Cikeruh | Kota Bandung | 262,08 | 786,25 |
| | Cisangkuy | Kab.Bandung | 277,14 | 831,42 |
| | Cikapundung | Kota Bandung | 817,71 | 3.535,66 |
| | Ciwidey | Kab.Bandung | 117,82 | 353,46 |
| | Cihaur | Kota Cimahi | 693,83 | 2.081,50 |
| 2 | Ciminyak | Bandung Barat | 202,68 | 202,68 |
| | Cimeta | Bandung Barat | 186,87 | 186,87 |
| | Cisokan | Kab.Cianjur | 171,66 | 171,66 |
| 3 | Cikundul | Kab.Cianjur | 41,58 | 41,58 |
| | DTA Jatiluhur | Kab.Purwakarta | 1.270,59 | 1.270,59 |
| 4 | Cikao | Kab.Purwakarta | 500,60 | 1.501,79 |
| | Cibeet | Kab.Bogor, Kab.Karawang | 636,92 | 1.910,75 |
| | Citarum Hilir | Kab.Karawang, Kab.Bekasi | 4.138,78 | 12.416,33 |
| Total | | | 11411,04732 | 31.568,91 |

Tabel 5.2. Strategi dan Intervensi Pengelolaan Beban Pencemar Industri

| Permasalahan | Strategi | Intervensi | Stakeholder |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Penggunaan Air Tanah Tinggi | Pengurangan air tanah bertahap | Data ESDM/ GTL Perijinan SIPA diperketat, harga air tanah dimahalkan | Dinas Pertambangan GTL (Geologi Tata Lingkungan) |
| Air Limbah industri melebihi baku mutu | Pengawasan ditingkatkan kuantitas dan kualitasnya, pelaksanaan penegakan hukum, | Penerapan izin berbasis alokasi beban pencemar, Pemasangan alat pemantauan air limbah otomatis dan kontinyu, Reuse dan recycle air limbah | Dinas Deperindag, BLHD, KLH, BLH Kab/Kota tergantung lokasinya |
| Tidak memiliki IPAL | Pengawasan dan pembinaan ditingkatkan kuantitas dan kualitasnya, pelaksanaan penegakan hukum, Pembangunan IPAL Individu atau Kawasan | Pembangunan IPAL , Penerapan izin berbasis alokasi beban pencemar, Pemasangan alat pemantauan air limbah otomatis dan kontinyu, penegakan hukum, Reuse dan recycle air limbah | Dinas Deperindag, BLHD, KLH, BLH Kab/Kota tergantung lokasinya |
| IPAL ada, operasi tidak sempurna | Pengawasan dan pembinaan ditingkatkan kuantitas dan kualitasnya, pelaksanaan penegakan hukum | Pembangunan IPAL , Penerapan izin berbasis alokasi beban pencemar, Pemasangan alat pemantauan air limbah otomatis dan kontinyu, penegakan hukum, Reuse dan recycle air limbah, | Dinas Perindag, BLHD, KLHK, BLH Kab/Kota tergantung lokasinya |
| Regulasi belum optimal | Penyusunan regulasi yang memadai, Sosialisasi, pelibatan masyarakat | Sosialisasi, kampanye, monitoring oleh instansi BLH kab/kota, monitoring oleh masyarakat | Dinas Sosial, BLHD, KLHK, BLH Kab/Kota |

- **Studi Kasus Alokasi Beban Pencemar Industri di Kab. Bandung**

Menurut hasil survei ICWRMIP (2015) terdapat 279 industri kecil (kapasitas < 10m³/hari), menengah (Q= 10-200 m³/day) sampai besar (Q>200 m³/hari) yang membuang limbah ke DAS Citarum. Dari jumlah ini hanya 1% masuk ke kawasan industri. Estimasi beban pencemar BOD eksisting/aktual dari industri yang dibuang di Kab.Bandung yang masuk DAS Citarum 5.042,60 kg/hr, sementara itu alokasi beban pencemar BOD untuk industri di Kab.Bandung hanya 720,3 kg/hr, sehingga penurunan beban pencemar BOD yang harus dilakukan untuk industri di Kab. Bandung 2.161,01 kg/hr seperti ada Tabel 5.1.

Penetapan angka debit dan konsentrasi pada izin pembuangan air limbah di Kab.Bandung yang didasarkan kepada alokasi beban pencemar dapat dipenuhi dengan menyesuaikan angka konsentrasi air limbah proposional dengan debitnya, dengan pertimbangan bahwa kapasitas produksi masing-masing industri kemungkinan berbeda, maka debit air limbah yang dihasilkan masing-masing industri juga berbeda-beda, sehingga semakin besar debit air limbah yang dihasilkan, maka semakin kecil konsentrasi air limbah yang dipersyaratkan. Sehingga akhirnya penurunan beban pencemar masing-masing industri terpenuhi. Debit, konsentrasi dan beban pencemar BOD eksisting/aktual diperlihatkan pada Tabel 5.3, sedangkan pengaturan debit, konsentrasi dan beban pencemar BOD pada izin dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Simulasi Debit dan Konsentrasi Aktual Industri

| Jumlah Industri | Debit (m ³ /hr) | Konsentrasi BOD (mg/l) | Beban BOD (kg/hr) |
|-----------------|----------------------------|------------------------|-------------------|
| 20 | 56 | 70 | 78,4 |
| 20 | 105 | 70 | 147 |
| 30 | 155 | 70 | 325,5 |
| 30 | 205 | 70 | 430,5 |
| 30 | 252 | 65 | 491,4 |
| 30 | 300 | 60 | 540 |
| 30 | 350 | 60 | 630 |

| | | | |
|-----|-----|----|--------|
| 30 | 400 | 60 | 720 |
| 30 | 450 | 60 | 810 |
| 29 | 500 | 60 | 870 |
| 279 | | | 5042,8 |

Tabel 5.5 Simulasi Debit dan Konsentrasi Industri pada Izin

| Jumlah Industri | Debit (m ³ /hr) | Konsentrasi BOD (mg/l) | Beban BOD (kg/hr) |
|-----------------|----------------------------|------------------------|-------------------|
| 20 | 50 | 60 | 60 |
| 20 | 100 | 60 | 120 |
| 30 | 150 | 50 | 225 |
| 30 | 200 | 50 | 300 |
| 30 | 250 | 40 | 300 |
| 30 | 300 | 40 | 360 |
| q30 | 350 | 40 | 420 |
| 30 | 400 | 40 | 480 |
| 30 | 450 | 30 | 405 |
| 29 | 500 | 30 | 435 |
| 279 | | | 3105 |

Berdasarkan Tabel 5.3 dapat dilihat bahwa beban pencemar aktual industri 5042,8 kg/hr, sedangkan beban pencemar pada izin 3105 kg/hr, sehingga terjadi penurunan beban 1937,8 kg/hr melalui perizinan. Namun demikian, masih terdapat selisih antara penurunan beban pencemar yang diharuskan dengan penurunan beban pencemar melalui izin sebesar 223,21 kg.

Penerapan perdagangan alokasi kuota air limbah dapat dilakukan antar industri, jika disatu pihak dengan pertimbangan teknologi dan ekonomi terdapat industri yang tidak mampu menurunkan beban pencemar sesuai dengan kuota yang ditetapkan, dipihak lain terdapat industri yang masih memiliki kuota beban pencemar. Industri yang tidak mampu memenuhi kota tersebut dapat membeli sisa beban yang harus dipenuhi kepada industri yang masih memiliki kuota. Prasyarat

awal yang perlu ditaati adalah pihak pembeli sekurang-kurang yang telah memenuhi konsentrasi baku mutu air limbah (BMAL) daerah atau jika belum tersedia BMAL daerah, maka harus memenuhi BMAL nasional.

Tabel 5.5 memperlihatkan simulasi perdagangan alokasi air limbah antara 20 industri dengan debit kecil (56 m³/hr) dengan 1 industri yang memiliki kapasitas besar dengan debit 400 m³/hr. Konsentrasi air limbah industri berskala besar tersebut untuk parameter BOD sudah memenuhi baku mutu air limbah daerah sebesar 50 mg/l, tetapi belum memenuhi syarat konsentrasi air limbah dalam izin 30 mg/l, sehingga kuota beban air limbah yang ditetapkan terlewat. Dalam hal ini industri yang memiliki kapasitas besar tersebut diperbolehkan untuk membeli kuota sebesar 8 kg/hr kepada kelompok (20) industri berkapasitas kecil agar dapat memenuhi alokasi beban yang ditetapkan.

Tabel 5.6 Simulasi Perdagangan Alokasi (kuota) Air Limbah

| Jumlah Industri | Debit (m ³ /hr) | Konsentrasi BOD (mg/l) | Beban BOD Aktual (kg/hr) | Sisa Kuota BOD (kg/hr) | Jual BOD (kg/hr) | Beli BOD (kg/hr) |
|-----------------|----------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|------------------|------------------|
| 20 | 56 | 50 | 56 | 67,2 | 8 | |
| 1 | 400 | 50 | 20 | 12 | | 8 |

Berikut ini merupakan *intervensi riil* yang perlu dilakukan agar alokasi beban pencemar yang ditetapkan dapat terpenuhi:

1. Tidak diizinkan lagi pendirian industri baru
2. Industri yang sudah beroperasi diberikan izin pembuangan air limbah dengan ketentuan berikut ini :
 - a) Debit 0 - <100 m³/hr, Konsentrasi BOD Maks 60 mg/l
 - b) Debit 100 - < 200 m³/hr, Konsentrasi BOD Maks 50 mg/l
 - c) Debit 200 - < 300 m³/hr, Konsentrasi BOD Maks 40 mg/l
 - d) Debit 300 - 500 m³/hr, Konsentrasi BOD Maks 30 mg/l
 - e) Debit > 500 m³/hr, Konsentrasi BOD Maks 20 mg/l
3. Diterapkan teknologi produksi bersih, reuse, recycle dan pengolahan air limbah yang efektif

4. Diterapkan instrumen ekonomi berupa perdagangan kuota beban pencemar antar industri maupun dengan non industri
5. Membangun dan mengoperasikan sejumlah IPAL komunal skala kawasan untuk mengolah air limbah dari beberapa kelompok industri yang berdekatan
6. Kemungkinan untuk memindahkan industri ke lokasi lain
7. Diperketat izin pengambilan air tanah
8. Diterapkan kewajiban memasang alat pemantau air limbah kontinyu dan online untuk industri dengan debit diatas 300 m³/hr

Berdasarkan data BLHD Kab.Bandung diperkirakan ada 112 industri yang lokasinya berkelompok. Mengingat hampir 100% industri tersebut mempunyai pengolahan limbah namun kondisi pencemaran air masih tinggi maka diusulkan untuk mengelompokkan industri dalam kawasan atau kelompok dan membuat IPAL (WWTP) komunal di lokasi sebagai berikut : Banjaran, Cisirung, Dayeuh kolot, Slokan Jeruk, Rancajigang, Lalareun, Rancaekek, Sapan dan Sukamanah.

- **Studi Kasus Pengaturan Beban Pencemar Industri di Kab. Puwakarta dan Karawang**

Berdasarkan hasil rekapitulasi alokasi beban pencemar di wilayah hilir DAS Citarum, yaitu setelah outlet Waduk Jati Luhur sampai muara pantai, maka alokasi beban pencemar dan penurunan beban pencemar BOD industri untuk wilayah tersebut menunjukkan angka yang sama sebesar 10.552,58 kg/hr. Sementara itu, total beban pencemar BOD dari 21 outlet air limbah industri yang dimulai dari downstream/outlet Bendungan Jatiluhur sampai dengan muara pantai di Kab.Purwakarta dan Kab. Karawang 70.689,12 kg/hr, sehingga beban pencemar BOD eksisting di wilayah tersebut telah jauh melebihi kuotanya. Beban pencemar BOD yang dikeluarkan 21 outlet industri dapat dilihat pada Tabel.5.6 (ICWRMIP, 2015).

Intervensi riil untuk menurunkan beban pencemar di hilir Citarum dapat diringkaskan sebagai berikut:

- a. Tidak diizinkan lagi pendirian industri baru
- b. Perlu dilakukan penurunan beban pencemar BOD untuk seluruh industri sebesar 75%

- c. Industri yang sudah beroperasi diberikan izin pembuangan air limbah dengan ketentuan berikut ini:
- d. Debit 20 – 100 m³/hr, maka konsentrasi BOD maksimum 60 mg/l
- e. Debit 100 - 500 m³/hr, maka konsentrasi BOD maksimum 50 mg/l
- f. Debit 500 - 1000 m³/hr, maka konsentrasi BOD maksimum 40 mg/l
- g. Debit > 1000 m³/hr, maka konsentrasi BOD maksimum 30 mg/l
- h. Diterapkan teknologi produksi bersih, reuse, recycle dan pengolahan air limbah yang efektif
- i. Kemungkinan untuk memindahkan industri ke lokasi lain
- j. Diperketat izin pengambilan air permukaan
- k. Diterapkan kewajiban memasang alat pemantau air limbah kontinu dan online untuk industri dengan debit diatas 500 m³/hr

Program model WASP dapat juga digunakan untuk mensimulasi sejauh mana pengurangan beban setiap individu industri berpengaruh terhadap kualitas air sungai. Sebagai dasar pengurangan adalah beban limbah industri asli hasil survey primer ICWRMIP (2015).

Pengembangan skenario dilakukan pada debit rendah dengan berdasarkan pola operasi Bendungan Jatiluhur pada tahun 2015 yaitu sebesar 34 m³/detik , Skenario yang dikembangkan yaitu :

- a) Tanpa pengurangan beban limbah industri
- b) Pengurangan beban limbah industri sebesar 25% untuk semua industri
- c) Pengurangan beban limbah industri sebesar 50% untuk semua industri
- d) Pengurangan beban limbah industri sebesar 75% untuk semua industri

Tabel 5.7 Beban Pencemar 21 outlet industri di Hilir DAS Citarum

| No | Nama Industri / Intitusi | Lokasi | Q (m ³ /hari) | BOD (mg/l) | BOD (kg/hari) |
|----|--------------------------|------------|--------------------------|------------|---------------|
| 1 | Pacific | Purwakarta | 62.000,00 | 54,00 | 3.348,00 |
| 2 | Indo Bharat | Purwakarta | 55.000,00 | 165,00 | 9.075,00 |
| 3 | MJSS | Purwakarta | 1.760,00 | 19,00 | 33,44 |
| 4 | SMM | Purwakarta | 518,00 | 190,00 | 98,42 |
| 5 | ABC President | Karawang | 500,00 | 315,00 | 157,50 |
| 6 | Heinz ABC | Karawang | 1.000,00 | 114,00 | 114,00 |
| 7 | Pindo Deli II | Karawang | 35.000,00 | 48,00 | 1.680,00 |
| 8 | Asia Pacific Fibre I | Karawang | 8.000,00 | 5.210,00 | 41.680,00 |

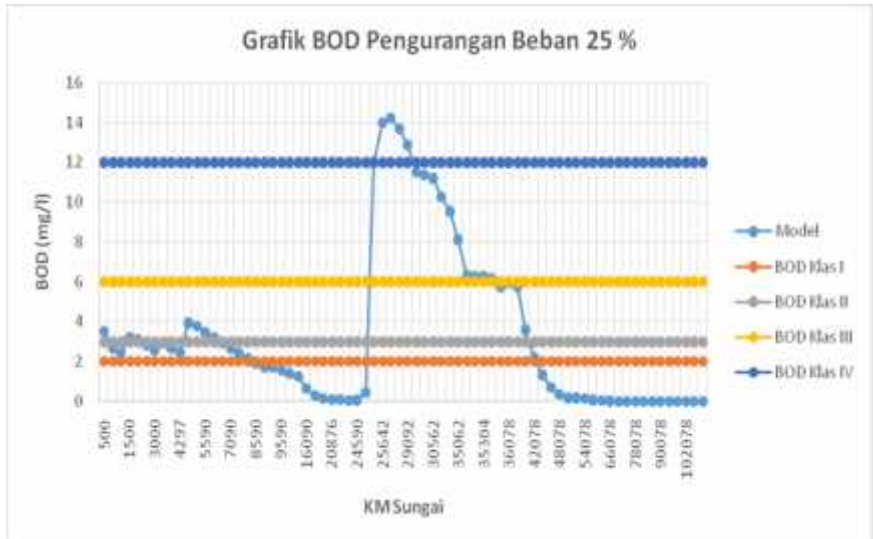
| | | | | | |
|----|-------------------------------|----------|-----------|----------|----------|
| 9 | Asia Pacific Fibre II | Karawang | 8.000,00 | 1.025,00 | 8.200,00 |
| 10 | Asia Pacific Fibre III | Karawang | 8.000,00 | 499,00 | 3.992,00 |
| 11 | Mitra Setia | Karawang | 12.000,00 | 23,00 | 276,00 |
| 12 | Pioner Fred | Karawang | 30,00 | 95,00 | 2,85 |
| 13 | Wonty Inland Triguna | Karawang | 100,00 | 95,00 | 9,50 |
| 15 | DIC | Karawang | 4.000,00 | 102,00 | 408,00 |
| 16 | Canvas Industry | Karawang | 18,00 | 324,00 | 5,83 |
| 17 | Sandang Muliti Delipratama | Karawang | 480,00 | 324,00 | 155,52 |
| 18 | Fullysenim | Karawang | 40,00 | 41,00 | 1,64 |
| 19 | Mitra Sarana Textil | Karawang | 12.000,00 | 23,00 | 276,00 |
| 20 | Pindo Deli I | Karawang | 25.000,00 | 47,00 | 1.175,00 |
| 21 | PT Chang Sin | Karawang | 20,00 | 21,00 | 0,42 |

Sumber: ICWRMIP (2015)

Selain skenario diatas pengguna model WASP dapat mengembangkan berbagai skenario yang disesuaikan dengan keperluan. Prinsip penting yang harus dilakukan adalah harus dilakukan kalibrasi. Hasil simulasi model tanpa penurunan beban industri, penurunan beban industri 25%, 50% dan 75% dapat dilihat pada Gambar 5.1 sampai dengan 5.4.



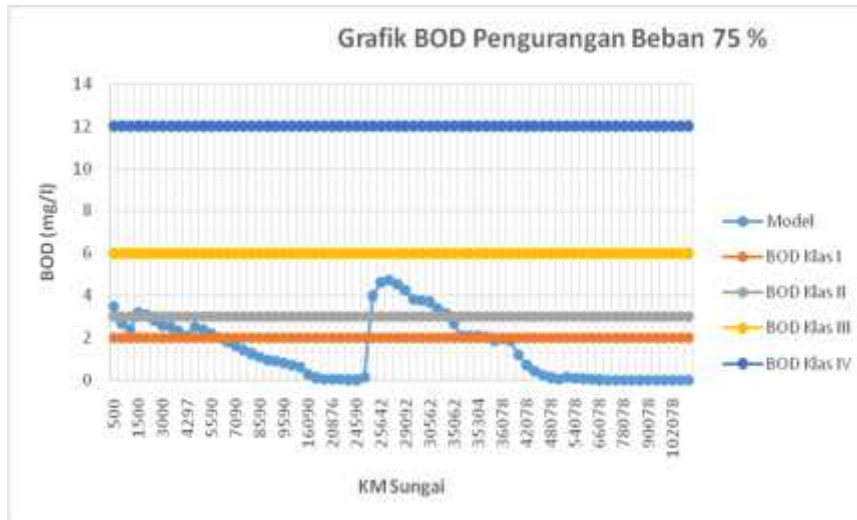
Gambar 5.1 Grafik Hasil Simulasi Tanpa Penurunan Beban Pencemar Industri



Gambar 5.2 Grafik Hasil simulasi model penurunan beban 25%



Gambar 5.3 Grafik Hasil simulasi model penurunan beban 50%



Gambar 5.4 Grafik Hasil simulasi model penurunan beban 75%

5.2 Penurunan Beban Pencemaran Domestik

Berdasarkan perhitungan DTBP dan ABP, total beban pencemar BOD dari domestik (air limbah rumah tangga saja) 297.449,08 kg/hr atau 65% dari seluruh beban pencemar. Sementara itu alokasi beban pencemar untuk domestik hanya 83.277,62 kg/hr sehingga perlu diturunkan sekitar 212.888 kg/hr. Karena kontribusi beban pencemar domestik sangat dominan, maka perbaikan kualitas sungai Citarum sangat tergantung pada keberhasilan atau pencapaian target penurunan beban pencemar sumber domestik tersebut. Keberhasilan pengendalian pencemar air dari sumber selain domestik, tidak akan ada artinya jika sumber domestik ini tidak ditangani secara memadai. Sehingga diperlukan strategi, program dan rencana aksi komprehensif yang meliputi aspek kebijakan, kelembagaan, infrastruktur fisik dan sosial budaya masyarakat.

Strategi penurunan beban pencemar dari domestik dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Mengurangi dan melarang limbah air limbah serta tinja langsung masuk ke sungai sebelum melalui proses pengolahan.

2. Pengaturan yang memadai dan penegakan aturan.
3. Meningkatkan pengetahuan masyarakat tentang sumber terbesar pencemaran sungai disebabkan air limbah domestik.
4. Penerapan aturan tentang pengelolaan air limbah domestik sesuai dengan peraturan yang berlaku.
5. Sosialisasi dan disusun aturan tentang sungai sebagai view bangunan dan pengembalian tata guna lahan sesuai tata ruang bantaran sungai (sempadan).
6. Keberlanjutan Monitoring Evaluasi dan diterapkan kebijakan yang mengikat.

Sementara itu, program dan rencana aksi penurunan beban pencemar dari domestik dapat diuraikan sebagai berikut :

- Menyusun peraturan tingkat daerah mengenai larangan air limbah rumah tangga masuk ke sungai tanpa pengolahan
- Sosialisasi peraturan mengenai larangan air limbah rumah tangga masuk ke sungai tanpa pengolahan
- Pembangunan IPAL komunal terpusat skala perkotaan
- Peningkatan kapasitas dan efektifitas IPAL komunal terpusat skala perkotaan yang telah tersedia
- Pembangunan IPAL komunal skala lingkungan kecil (\pm 50 KK) dan pemberdayaan masyarakat pengelola IPAL komunal skala kecil
- Memperkuat kelembagaan pengelola IPAL domestik
- Penerapan peraturan tentang perizinan perumahan (menengah dan real-estate) dikaitkan dengan kewajiban untuk membangun dan mengoperasikan IPAL komunal
- Pengawasan penataan perumahan (menengah dan real-estate) terhadap baku mutu air limbah domestik
- Kampanye perilaku menjaga lingkungan sungai & Promosi Stop Buang Air Besar di sungai dengan model budaya setempat
- Mengembalikan fungsi sempadan sungai sebagai ruang hijau & inspeksi sungai
- Pemerintah, swasta dan masyarakat membuat percontohan bangunan dengan view ke sungai

- Pengaturan sungai dan sempadan sungai sebagai tempat wisata air dan sempadan sungai dibangun menjadi area taman yang berfungsi sebagai ruang terbuka hijau, sarana rekreasi dan sosialisasi, edukasi, peluang ekonomi

5.3 Penurunan Beban Pencemaran Peternakan

Hasil inventarisasi dan identikasi tahun 2015 menunjukkan bahwa kontribusi Beban pencemar sebesar 16,45% dari keseluruhan sumber pencemar BOD di DAS Citarum atau 75.175,46 kg/hr. Target penurunan beban pencemar dari kegiatan ternak sebesar 33.626 kg/hr yang diperoleh dari selisih antara beban aktual dengan alokasi beban pencemar kegiatan peternakan. Kontribusi beban pencemar dari peternakan merupakan kedua terbesar setelah domestik yang disebabkan oleh karena kotoran hewan (Kohe) dibuang langsung ke DAS Citarum tanpa pengolahan. Tabel 5.7 menyajikan strategi, program dan rencana akasi penurunan beban pencemar dari kegiatan peternakan.

Tabel 5.8 Strategi, Program dan Rencana Aksi Penurunan Beban Sumber Peternakan

| | | | |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| PERMASALAHAN | Kotoran hewan (Kohe) dibuang langsung ke DAS Citarum | Pengetahuan Petani/Peternak tentang Kohe masih terbatas. | Pengetahuan Petani tentang BIOGAS terbatas |
| TUJUAN | Kualitas air Sungai Citarum makin bersih karena bebas dari pencemaran Kohe | Kualitas air Sungai Citarum makin bersih karena Kohe dijadikan BIOGAS | Kualitas air Sungai Citarum makin bersih karena Kohe dijadikan BIOGAS |
| STRATEGI | Meningkatkan Pengendalian Pencemaran | Meningkatkan Pengendalian Pencemaran | Mengembangkan kerjasama Pemberdayaan Masyarakat |

| | | | |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| PROGRAM | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Penanganan Limbah Peternakan ❖ Peningkatan Kesadaran Masyarakat | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Penanganan Limbah Peternakan ❖ Peningkatan Ekonomi Masyarakat | Penanganan Limbah Peternakan |
| RENCANA AKSI | <p>Memanfaatkan Kohe untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Pupuk kompos ❖ Bahan baku Biogas ❖ Beternak cacing untuk obat | <p>Pembuatan Biogas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Individual ❖ Komunal ❖ Massal | Melakukan Pendampingan untuk Kelompok Peternak |
| PERIOD (Years) | 2 | 5 | |

5.4 Penurunan Beban Pencemar Perikanan

Hasil inventarisasi dan identikasi tahun 2015 menunjukkan bahwa kontribusi Beban pencemar sebesar 4,60% dari keseluruhan sumber pencemar BOD di DAS Citarum atau 21.041,18 kg/hr. Target penurunan beban pencemar dari kegiatan perikanan sebesar 8.561,87 kg/hr yang diperoleh dari selisih antara beban aktual dengan alokasi beban pencemar kegiatan perikanan. Kontribusi beban pencemar dari perikanan paling kecil dibandingkan dengan sumber pencemar lainnya. Namun demikian, khusus untuk budidaya perikanan dengan Keramba Jaring Apung (KRA) di Waduk Sanggung, Cirata dan Jatiluhur perlu penanganan yang serius, sehubungan dengan telah muncul indikasi terancamnya fungsi hidrologis, ekonomis dan ekologis ketiga waduk tersebut. Berikut ini permasalahan dan rekomendasi intervensi yang perlu dilakukan agar beban pencemar ketiga waduk tersebut dapat diturunkan, yang pada akhirnya kualitas ketiga waduk tersebut dapat ditingkatkan.

A. Waduk Saguling

Permasalahan yang ada adalah kualitas air Waduk Saguling telah mencapai hipertrofik akibat limbah yang masuk Sungai Citarum hulu dan limbah ikan dan pakan ikan keramba jaring apung (KJA). Jumlah KJA saat ini 4.550 petak, melebihi alokasi waduk Saguling KJA 3.621 petak. Belum ada penertiban jumlah KJA untuk Waduk Saguling agar dapat mengurangi jumlah KJA sebesar 20,4 %, sehingga memenuhi alokasi beban pencemar untuk KJA, penertiban zonasi KJA dan persyaratan pengelolaannya.

B. Waduk Cirata

Permasalahan yang ada yaitu kualitas air Waduk Cirata telah mencapai hipertrofik akibat limbah yang masuk waduk melalui sungai dan limbah ikan dan pakan ikan keramba jaring apung (KJA). Kegiatan Perikanan KJA yang berjalan saat ini adalah Jumlah KJA saat ini 52.297 petak yang telah melebihi alokasi beban pencemar waduk Cirata yaitu KJA 5.480 petak. Rekomendasi PPA Perikanan di Waduk Cirata :

- Kualitas air Waduk Cirata dapat diperbaiki dengan mengurangi jumlah KJA 89,5 % sehingga memenuhi alokasi beban pencemarnya.
- Perlu dilakukan penertiban zonasi KJA dan persyaratan pengelolaannya.

C. Waduk Jatiluhur.

Masalah yang ada adalah kualitas air Waduk Jatiluhur telah mencapai hipertrofik akibat limbah yang masuk waduk melalui sungai dan limbah ikan dan pakan ikan keramba jaring apung (KJA). Jumlah KJA saat ini 24.720 petak, semuanya berada di Kab.Purwakarta. Jumlah tersebut melebihi alokasi beban pencemar untuk KJA Waduk Jatiluhur sebanyak 6691 petak. Hal ini terjadi karena belum ada penertiban jumlah KJA dan zonasinya untuk Waduk Jatiluhur.

Program dan rencana aksi pengendalian pencemaran perikanan khususnya KJA meliputi sebagai berikut:

- Melaksanakan penegakkan hukum.
- Melaksanakan Perda No. 7, Tahun 2011 Tentang Pengelolaan Perikanan
- Pembinaan pada pembudidaya dan Sosialisasi pemberian pakan yang efisien KJA

5.5 Penurunan Beban Pencemaran *Non Point Source* (NPS)

Hasil inventarisasi dan identikasi tahun 2015 menunjukkan bahwa kontribusi Beban pencemar NPS sebesar 6,50% dari keseluruhan sumber pencemar BOD di DAS Citarum atau 29.727,2 kg/hr. Sementara itu target penurunan beban pencemar dari sumber NPS sebesar 17.993,27 kg/hr yang diperoleh dari selisih antara beban aktual dengan alokasi beban pencemar kegiatan perikanan. Kontribusi beban pencemar NPS lebih besar dari beban pencemar kegiatan perikanan, tetapi lebih kecil dibandingkan dengan sumber pencemar lainnya.

Beban NPS dalam hal ini merupakan penggabungan beban pencemaran yang bersumber dari: Pertanian sawah, hortikultura dan palawija, perkebunan serta lahan terbangun di perkotaan (*built up land*).

Berikut ini strategi pengendalian pencemaran NPS:

1. Pertanian :
 - a. Meningkatkan pengendalian kerusakan lingkungan.
 - b. Penerapan pertanian ramah lingkungan.
 - c. Mengembangkan kerjasama pemberdayaan msasyarakat.
 - d. Meningkatkan pengendalian pencemaran.
2. Kehutanan :
 - a. Penegakan hukum.
 - b. Memperketat penataan ruang.
 - c. Pengawasan lahan.
 - d. Mengembangkan kerjasama pemberdayaan masyarakat.
3. Perkebunan dan Lahan Terbangun Perkotaan :
 - a. Meningkatkan pengendalian pencemaran.
 - b. Memperketat Penataan Ruang.

- c. Penerapan Permen PU No. 05/PRT/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan.

Rencana Aksi pada Aspek Pertanian diantaranya adalah pendampingan penerapan sistem pertanian ramah lingkungan oleh petugas lapangan ; Kombinasi penggunaan pupuk kimia dan organik ; Penyuluhan Kepada Petani Tentang SRI (*System of Rice Intensification*).

Rencana Aksi pada Aspek Perkebunan adalah Sosialisasi budidaya tanaman perkebunan yang sesuai kaidah konservasi tanah ; Pemilihan jenis komoditas perkebunan yang sesuai dengan kondisi lahan. Rencana Aksi pada Aspek Kehutanan adalah Pengawasan diperketat dengan patroli hutan; Penegakkan hukum pada peraturan kehutanan ; Pemberdayaan masyarakat sekitar hutan ; Sertifikasi dalam pengelolaan hasil hutan ; Peningkatan produksi hasil hutan bukan kayu ; Sosialisasi tata ruang hutan ; Pengelolaan lahan sumber mata air dilakukan oleh pemerintah; Izin fungsi lahan diperketat.

DAFTAR PUSTAKA

- ICWRMIP, 2015. Laporan *Integrated Citarum Water Resources Management Investment Program*.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 110 Tahun 2003. *Pedoman Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air pada Sumber Air*.
- Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001. *Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2010. *Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air*.
- Schnoor, J.L. 1996. *Environmental Modeling; Fate and Transport Pollutants in Water, Air and Soil*, John Wiley and Sons, Inc.
- USEPA. Estuarine Waste Load Allocation Modeling (*Center for Exposure Assessment Modeling, Environmental Research Laboratory, U.S. EPA, Athens, GA ASci Corp., at the Environmental Research Laboratory, U.S. EPA, Athens, GA, Environmental Research Laboratory, U.S. EPA, Narragansett, RI, 1992*)
- USEPA. NPDES Permit Writers' Manual; U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, December, 1996
- USEPA. 1995. *Technical Guidance Manual for Developing Total Maximum Daily Loads Book II: Streams and Rivers, Part 1: Biochemical Oxygen Demand/Dissolved Oxygen and Nutrient/Eutrophication*. USEPA.
- USEPA. 1997. *Technical Guidance Manual for Performing Waste load Allocations, Book II: Streams and Rivers – Part 1: Biochemical Oxygen Demand/Dissolved Oxygen and Nutrients/Eutrophications (EPA-823-B-97-002)*. (U.S.ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY) 401 M Street, S.W. Washington, DC 20460.
- Wang, Q.; Li, S.; Jia, P.; Qi, C.; and Ding, F. 2013. *A Review of Surface Water Quality Models*. *Scientific World Journal* 2013, 231768.