

**Panduan Pengenalan Total Pollutant  
Load Control System  
(TPLCS)**

**April 2011**

**Dinas Manajemen Lingkungan Pantai Tertutup**

**Divisi Lingkungan Perairan**

**Biro Manajemen Lingkungan**

**Kementerian Lingkungan, Jepang**

## Struktur Total Pollutant Load Control System (“TPLCS”) secara keseluruhan

### **Bab 1 Kebutuhan akan TPLCS**

#### **1.1 Gambaran Umum tentang TPLCS**

Polusi air terjadi ketika keseimbangan alam hilang karena meningkatnya beban buangan polutan yang dihasilkan dari aktivitas manusia. Salah satu bentuk penanggulangan untuk menangani hilangnya keseimbangan alam adalah dengan mengurangi limbah beban polusi. Total Pollutant Load Control System (“TPLCS”), atau Sistem Kontrol Beban Polutan Total, merupakan skema yang efektif untuk tujuan tersebut.

#### **1.2 Struktur TPLCS**

(1) Jenis polusi air

Polusi air dapat dikategorikan menjadi empat jenis: bahaya kesehatan yang disebabkan oleh zat-zat berbahaya, masalah yang berhubungan dengan sanitasi umum yang menyangkut bakteri, pencemaran organik, dan eutrofikasi. TPLCS pada dasarnya menangani pencemaran organik dan eutrofikasi.

(2) Langkah-langkah pelestarian lingkungan air

Langkah-langkah untuk melestarikan lingkungan air dikategorikan menjadi langkah-langkah penanganan sumber, yang bertujuan untuk mengurangi jumlah limbah beban polutan dari sumbernya, dan langkah-langkah pemurnian langsung, yang bertujuan untuk membersihkan lingkungan secara langsung dalam lingkup wilayah perairan. TPLCS dititikberatkan pada langkah-langkah penanganan sumber.

(3) Langkah-langkah yang terkait dengan kebijakan yang diterapkan oleh pemerintah dan struktur TPLCS

Penerapan langkah-langkah penanganan sumber melalui inisiatif para penghasil limbah secara sukarela tidaklah mungkin. Campur tangan politis diperlukan. TPLCS berupaya mengatur beban limbah yang dibuang oleh para penghasil limbah serta melakukan berbagai tindakan secara menyeluruh, seperti pembangunan sistem pembuangan limbah dan penyediaan panduan administratif.

#### **1.3 Pengalaman dan pelajaran dari Jepang**

Seiring dengan pertumbuhan ekonomi yang tinggi, Jepang telah mengalami peningkatan beban polutan, yang terjadi di ekosistem-ekosistem yang ada di daratan dan mengalir ke sistem perairan. Jepang juga telah mengalami polusi air yang serius, yang telah diatasi dengan langkah-langkah seperti TPLCS. Sangatlah penting untuk segera mengambil langkah-langkah penanganan di tempat-tempat yang paling memungkinkan bagi pelaksanaannya.

#### **1.4 Kebutuhan akan pengenalan TPLCS**

Karena wilayah perairan tertutup mempunyai perputaran air yang terbatas dan mudah mengakumulasi beban polutan, tindakan yang diperlukan adalah mengurangi dan mengendalikan jumlah beban polutan total. TPLCS dapat digunakan sebagai langkah untuk mengurangi polusi secara efektif bagi wilayah perairan dengan tingkat polusi air yang sangat tinggi dan juga sebagai sebuah metode untuk mengendalikan beban polutan di wilayah-wilayah yang diperkirakan akan dikembangkan di masa depan. Kebutuhan akan sistem ini sebagai suatu langkah untuk menjaga kualitas air terus meningkat di negara-negara yang pertumbuhan ekonominya terus melaju.

#### **1.5 Prinsip-prinsip dasar TPLCS**

(1) Prinsip-prinsip dasar TPLCS

Mengukur beban buangan polutan yang mengalir ke wilayah perairan secara kuantitatif menganalisis hubungan antara beban buangan polutan dengan kualitas air di wilayah perairan, menetapkan tujuan pengurangan secara kuantitatif, merumuskan rencana pengendalian, dan, setahap demi setahap, mengupayakan langkah-langkah tersebut.

(2) Faktor-faktor utama yang diperlukan agar TPLCS dapat berfungsi secara efektif

Sangatlah penting untuk melakukan pengendalian dan pengurangan beban buangan polutan secara kuantitatif, merumuskan rencana kontrol beban polutan total untuk semua sumber beban polutan dari sudut pandang yang komprehensif, dan mengupayakan langkah-langkah pengurangan dan pengendalian.

## Bab 2 Prosedur pelaksanaan TPLCS

### 2.1 Pengertian beban buangan polutan

Dalam proses mengalir dari sumber ke sungai, danau/telaga, dan laut, beban polutan dipengaruhi oleh proses pemurnian dan pengendapan alamiah, yang mengakibatkan berubahnya beban buangan polutan. Dengan demikian, perlu memahami dan membahas tentang beban buangan polutan tersebut di masing-masing tingkatan.

### 2.2 Gambaran umum tentang prosedur pelaksanaan

Bagian ini menjelaskan prosedur pelaksanaan TPLCS.

### 2.3 Prosedur penerapan TPLCS



### 2.4 Pengenalan sistem yang disesuaikan dengan kebutuhan dan situasi lokal

- TPLCS perlu disesuaikan dengan situasi dan kebutuhan lokal tertentu di negara tertentu.
- Jika polusi airnya dianggap serius, maka sebaiknya lebih didahulukan daripada langkah-langkah lain untuk menangani sumber-sumber yang polusinya lebih tinggi dengan segera dan sempurna.
- Di wilayah-wilayah yang diduga akan mengalami pertumbuhan ekonomi, jumlah beban buangan polutan sebaiknya dikendalikan secara komprehensif, termasuk faktor-faktor yang menyumbang pada peningkatan beban tersebut.

## Bab 3 Pengembangan institusi dan kerangka kerja untuk pengoperasian TPLCS yang efektif

Diperlukan pengujian kualitas air dan analisis status pada struktur industri dan karakteristik regional. Selain itu, karena sumbernya begitu beraneka ragam, tindakan yang diperlukan adalah berkoordinasi dan menciptakan jalinan kerja sama dengan lembaga-lembaga pemerintahan terkait. Namun, jika polusi airnya dianggap serius, langkah yang

|   |
|---|
| <p>terpenting adalah memperkenalkan TPLCS.</p>  |
| <p><b>3.1 Pengukuran kualitas air</b></p> <p>Persyaratannya adalah mengukur kualitas air dan volume aliran air di sungai, danau/telaga, dan laut secara berkala dan memahami kualitas air dan variasi beban buangan polutan yang mengalir ke wilayah perairan.</p>  |
| <p><b>3.2 Kerja sama dengan lembaga dan organisasi terkait lain</b></p> <p>Persyaratannya adalah berkoordinasi dan menjaga kerja sama dengan lembaga pemerintahan terkait dan juga menjaga hubungan dan berkoordinasi dengan pihak-pihak lain yang terkait, termasuk perusahaan, warga negara, dan warga setempat.</p>  |
| <p><b>3.3 Pengembangan institusi dan kerangka kerja untuk pengawasan administratif terhadap pabrik dan perusahaan</b></p> <p>Persyaratannya adalah mengembangkan institusi dan kerangka kerja untuk mengarahkan pabrik dan perusahaan mengukur kualitas dan volume limbah mereka dan menyimpan data terkait.</p>  |
| <p><b>3.4 Memajukan usaha yang perlu dilakukan oleh pabrik dan perusahaan dalam mengurangi beban buangan</b></p> <p>Untuk memajukan kepatuhan terhadap standar regulasi, persyaratannya adalah, selain pengawasan administratif, menggabungkan dan menerapkan kebijakan-kebijakan dari sudut pandang yang komprehensif yang sesuai dengan keadaan di masing-masing negara, seperti kebijakan penetapan standar beban buangan, yang secara nyata dapat dipatuhi, menyediakan bantuan teknis dan finansial, membangun kesadaran akan norma-norma sosial, menyesuaikan struktur industri, dan mengatur kembali perusahaan.</p> |
| <p><b>3.5 Penerapan langkah-langkah penanggulangan limbah rumah tangga</b></p> <p>Persyaratannya adalah memilih metode yang optimal untuk melaksanakan langkah-langkah tersebut dengan mempertimbangkan populasi dan kepadatan penduduk, kepadatan perumahan, dan pelimbahan/Johkasou dan secara efektif mengupayakan pembangunan fasilitas pengolahan limbah rumah tangga. Dalam proses ini, tindakan-tindakan yang diperlukan adalah merumuskan rencana pengolahan limbah rumah tangga dan secara sistematis menerapkan rencana tersebut.</p>   |
| <p><b>3.6 Hal terkait lain</b></p> <p>Selain memajukan penelitian survei mengenai penjelasan mekanisme polusi dan perkembangan teknologi pengolahan limbah, tindakan-tindakan yang diperlukan adalah mendapatkan dana yang dibutuhkan, membantu pengembangan sumber daya manusia, dan berupaya meningkatkan kesadaran pihak-pihak yang bersangkutan melalui penginformasian kepada masyarakat dan pendidikan/pengembangan.</p>  |

Bahan referensi

1. Pengalaman Jepang dalam hal polusi air dan penanggulangannya
2. Metode penghitungan beban buangan polutan
3. Gambaran umum tentang Standar Kontrol Beban Polutan Total Jepang dan contoh-contoh metode untuk menetapkan nilai standar
4. Metode pengukuran kualitas air di wilayah perairan di Jepang
5. Status pengolahan endapan saat ini di fasilitas pengolahan limbah di Jepang
6. Status kualitas air di Asia Timur

## Daftar Isi

|   |           |
|---|-----------|
| Pendahuluan.....  | 1         |
| <b>Bab 1 Kebutuhan akan TPLCS .....</b>   | <b>3</b>  |
| 1.1 Gambaran umum tentang TPLCS .....   | 3         |
| 1.2 Struktur TPLCS.....   | 6         |
| (1) Jenis-jenis polusi air .....  | 6         |
| (2) Langkah-langkah pelestarian lingkungan akuatik .....  | 10        |
| (3) Langkah-langkah kebijakan yang diterapkan oleh pemerintah .....   | 11        |
| (4) Struktur TPLCS .....  | 14        |
| 1.3 Pengalaman dan pelajaran dari Jepang .....  | 17        |
| 1.4 Kebutuhan akan pengenalan TPLCS .....   | 18        |
| 1.5 Prinsip-prinsip dasar TPLCS .....   | 20        |
| <b>Bab 2 Prosedur pelaksanaan TPLCS .....</b>   | <b>23</b> |
| 2.1 Pengertian beban buangan polutan .....  | 23        |
| 2.2 Gambaran umum tentang prosedur pelaksanaan.....   | 26        |
| 2.3 Prosedur pelaksanaan TPLCS .....  | 28        |
| (1) Penentuan wilayah perairan sasaran untuk TPLCS .....  | 28        |
| (2) Penetapan target kualitas air.....  | 29        |
| (3) Pengumpulan data tentang kualitas limbah dan data terkait.....  | 32        |
| (4) Penghitungan beban buangan.....   | 35        |
| Kolom 4: Contoh tanggapan ketika nilai ukuran sebenarnya yang dilaporkan oleh pabrik dan perusahaan tidak dapat dipercaya ..... | 36        |
| (5) Pemahaman tentang aliran beban polutan di Daerah Aliran Sungai.....   | 37        |
| (6) Penetapan tujuan pengurangan beban buangan .....  | 40        |
| (7) Pertimbangan tentang langkah-langkah pengurangan beban buangan .....  | 41        |
| (8) Penghitungan keseluruhan jumlah yang dapat dikurangi .....  | 43        |
| (9) Perumusan rencana kontrol beban polutan total.....  | 44        |
| (10) Pelaksanaan rencana kontrol beban polutan total.....   | 46        |
| (11) Konfirmasi status kualitas air yang telah ditingkatkan dan beban buangan yang telah dikurangi .....                        | 47        |
| (12) Pengujian kembali dan pembaruan rencana kontrol beban polutan total untuk mengembangkan rencana tersebut .....             | 47        |
| 2.4 Pengenalan sistem yang sesuai dengan kebutuhan dan kondisi lokal .....  | 48        |

|   |    |
|---|----|
| (1) Contoh 1: Polusi air di wilayah perairan memburuk dan beban buangan harus segera dikurangi .....  | 49 |
| (2) Contoh 2: Kekhawatiran mengenai kemungkinan terjadinya polusi air yang disebabkan oleh pertumbuhan penduduk dan perkembangan industri.....    | 49 |
| Bab 3 Pengembangan institusi dan kerangka kerja untuk pengoperasian TPLCS yang efektif.....   | 51 |
| 3.1 Pengukuran kualitas air.....  | 52 |
| Kolom 5: Pengukuran kualitas air dan sistem ketika TPLCS diperkenalkan di Jepang.....   | 53 |
| 3.2 Kerja sama dengan lembaga dan entitas terkait lainnya .....   | 53 |
| 3.3 Pengembangan institusi dan kerangka kerja untuk pengawasan administratif terhadap pabrik dan perusahaan.....                                  | 54 |
| Kolom 6: Manajemen pengawasan terhadap pabrik dan perusahaan di Jepang .....  | 55 |
| 3.4 Memajukan upaya oleh pabrik dan perusahaan dalam mengurangi beban buangan.....  | 58 |
| (1) Penetapan standar kontrol beban polutan total untuk jumlah beban polutan yang dibuang.....  | 58 |
| (2) Memajukan upaya secara sukarela yang dilakukan oleh pabrik dan perusahaan .....   | 58 |
| Kolom 7: Contoh langkah pemajuan upaya sukarela yang dilakukan oleh pabrik dan perusahaan di Jepang .....   | 59 |
| (3) Penggunaan kebijakan penyesuaian struktur industri.....   | 59 |
| 3.5 Penerapan langkah-langkah penanggulangan limbah rumah tangga .....  | 60 |
| 3.6 Hal terkait lain .....  | 62 |
| (1) Upaya memajukan pengujian kualitas air dan penelitian dalam wilayah perairan.....   | 62 |
| (2) Pembiayaan .....  | 62 |
| (3) Pengembangan dan penjaminan kualitas sumber daya manusia .....  | 63 |
| (4) Aktivitas dan pendidikan tentang hubungan masyarakat dan aktivitas tentang kesadaran umum .....   | 63 |
| Kolom 1: Peraturan tentang pembuangan limbah di Jepang.....   | 15 |
| Kolom 2: Tanggapan mengenai kasus-kasus yang memerlukan pengenalan TPLCS dengan segera .....  | 29 |
| Kolom 3: Kesesuaian antara Standar Lingkungan untuk Polusi Air (COD, nitrogen total, dan fosfor total) dan tujuan pemanfaatan air di Jepang ..... | 29 |
| Bahan Referensi 1: Pengalaman Jepang dalam hal polusi air dan penanggulangannya .....   | 65 |
| Bahan Referensi 2: Metode penghitungan beban buangan polutan .....  | 74 |
| Bahan Referensi 3: Gambaran umum tentang Standar Kontrol Beban Polutan Total Jepang dan contoh-contoh metode untuk menetapkan nilai standar.....  | 87 |
| Bahan Referensi 4: Metode pengukuran kualitas air di wilayah perairan di Jepang.....  | 91 |
| Bahan Referensi 5: Status pengolahan endapan saat ini di fasilitas pengolahan limbah di Jepang .....  | 95 |

Bahan Referensi 6: Status kualitas air di Asia Timur.....100

Daftar Isi Gambar dan Tabel.....103

## Pendahuluan

Dalam beberapa tahun terakhir, negara-negara industri baru (*emerging country*) mengalami percepatan pertumbuhan ekonomi dan pertumbuhan ini menyebabkan meningkatnya keprihatinan atas kerusakan lingkungan. Pertumbuhan ekonomi menjerakan kehidupan bangsa, tetapi, pada saat yang sama, hal ini juga meningkatkan beban lingkungan. Pada tahun 1960, Jepang dapat mencapai tingkat pertumbuhan ekonomi rata-rata tahunan sebesar 9%, tetapi, dalam prosesnya, Jepang tidak dapat mengatasi peningkatan beban polutan lingkungan yang signifikan, sehingga terjadi polusi udara dan air, yang menyebabkan masalah-masalah polusi lingkungan yang serius, seperti penurunan kondisi hidup, kerusakan daerah penangkapan ikan, dan bahaya kesehatan. Untuk alasan ini, diperlukan upaya memperbaiki sistem hukum dan menyusun struktur implementasi untuk membendung laju polusi lingkungan, mendorong upaya-upaya pengendalian polusi oleh perusahaan dan berbagai organisasi lainnya, membangun sistem pembuangan limbah, dan meningkatkan kesadaran publik.

Sebagai tindakan untuk menanggulangi masalah-masalah ini, berdasarkan Water Pollution Control Law (Undang-Undang Pengendalian Polusi Air) dan Law concerning Special Measures for Conservation of the Environment of the Seto Inland Sea (Undang-Undang tentang Tindakan-Tindakan Khusus bagi Konservasi Lingkungan Laut Pedalaman Seto), pemerintah Jepang memutuskan untuk menerapkan TPLCS. TPLCS bertujuan untuk mengurangi keseluruhan jumlah beban polutan yang masuk, yang memfokuskan pada wilayah perairan yang tertutup tempat sejumlah besar buangan limbah yang dihasilkan rumah tangga dan aktivitas bisnis dari daerah yang padat penduduk dan industri di mana pengendalian limbahnya, dalam hal konsentrasi saja, tidak dapat mencapai dan mempertahankan Standar Kualitas Lingkungan untuk Polusi Air. Hasil dari upaya-upaya ini membawa hasil adalah Jepang mampu mencapai tingkat keberhasilan tertentu dalam meningkatkan pengendalian polusi dan memperbaiki lingkungan.

Dalam beberapa tahun terakhir, negara-negara lain dengan pertumbuhan ekonomi yang signifikan telah mengalami eutrofikasi di wilayah pantai yang disebabkan oleh produksi beban polutan secara besar-besaran, sama seperti Jepang di masa lalu. TPLCS sepertinya efektif untuk mengatasi situasi ini, tetapi ada situasi di mana pengetahuan tentang teknologi dan institusi dirasa tidak cukup untuk memperkenalkan TPLCS.

Supaya negara-negara industri baru yang mempunyai hubungan dekat dengan Jepang, terutama di Asia Timur, dapat memastikan pertumbuhan ekonomi yang berkesinambungan, Jepang telah menyediakan bantuan bagi negara-negara ini untuk memperkenalkan TPLCS, memanfaatkan pengalaman Jepang dalam menggunakan TPLCS, yang telah dikembangkan oleh Jepang sendiri. Sejak April 2009, Jepang telah melakukan penelitian bersama tentang kontrol beban polutan total untuk nitrogen dan fosfor dengan Republik Rakyat Cina. Berdasarkan inisiatif kerja sama ini, Cina

telah memutuskan untuk menyertakan nitrogen-amonia sebagai poin target baru untuk TPLCS di Cina.

Jepang telah merumuskan petunjuk tentang pengenalan TPLCS (yang disebut dengan “petunjuk pengenalan”). Petunjuk pengenalan ini memberikan wawasan dan informasi yang keduanya akan berguna dalam memperkenalkan TPLCS. Pengalaman dan pengetahuan Jepang dan pengalamannya dalam melakukan penelitian bersama dengan Cina memberikan Jepang keahlian dalam petunjuk pengenalan ini. Tujuan Jepang adalah untuk menjamin bahwa TPLCS yang telah diperkenalkan dapat digunakan secara efektif. Kami beranggapan bahwa pengguna petunjuk pengenalan ini adalah para pegawai yang terlibat dalam administrasi lingkungan air di pemerintahan pusat dan lokal serta peneliti dan teknisi yang terlibat dalam pelestarian dan peningkatan kualitas air.

Kami percaya bahwa wawasan negara-negara pelopor yang telah mengalami tingkat polusi air yang serius dan menangani polusi air di masa lalu akan sangat penting bagi negara-negara industri baru, yang dapat belajar dari pengalaman-pengalaman ini untuk meningkatkan lingkungan air mereka. Kami berharap bahwa petunjuk pengenalan ini akan digunakan di negara-negara industri baru yang mengalami masalah eutrofikasi yang parah dan memberikan kontribusi dalam meningkatkan kualitas air. Kami juga berharap bahwa administrasi lingkungan baik di Jepang maupun di negara-negara lain akan jauh lebih berkembang melalui pertukaran internasional ini.

## **Bab 1 Kebutuhan akan TPLCS**

### **1.1 Gambaran umum tentang TPLCS**

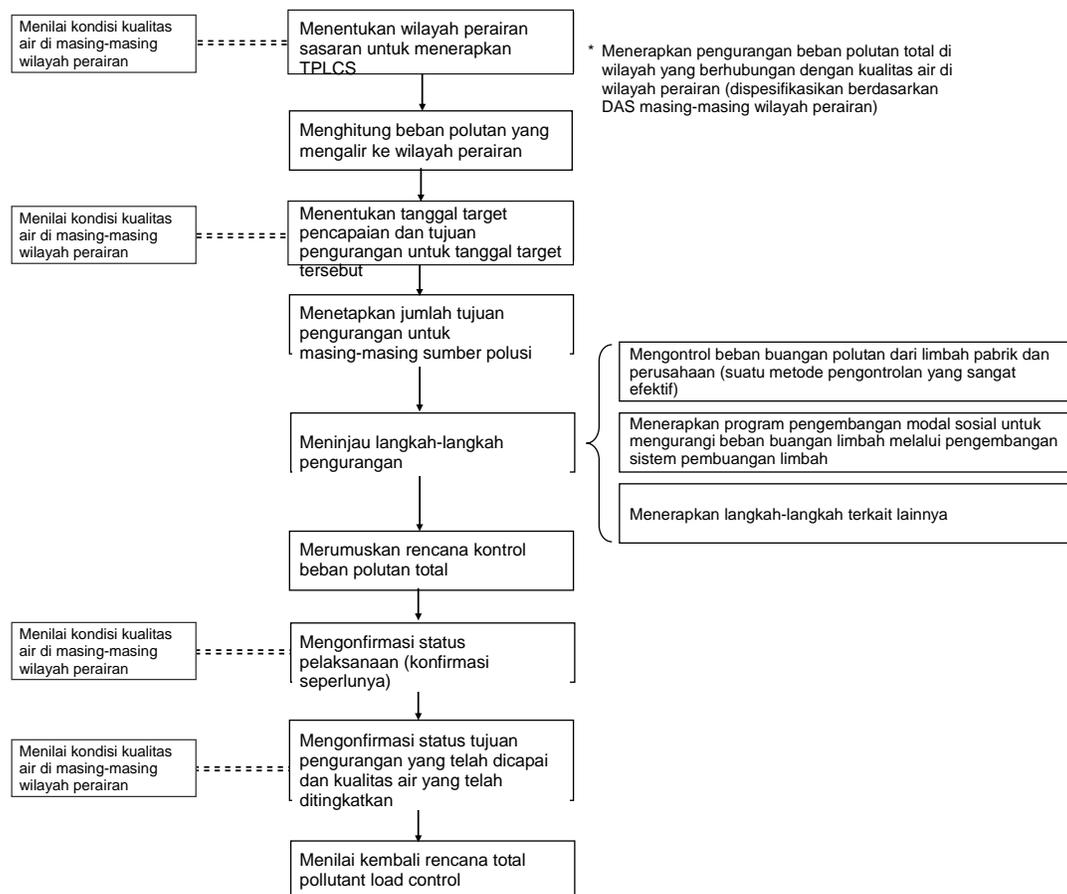
Polusi air disebabkan oleh meningkatnya beban buangan polutan yang berasal dari pertumbuhan penduduk, perkembangan industri, dan pertumbuhan ekonomi. Alam merupakan sebuah sistem dan memiliki kemampuan untuk membersihkan diri sampai tingkat tertentu, tetapi polusi air terjadi ketika peningkatan beban buangan polutan yang sebagian besar disebabkan oleh aktivitas manusia tersebut menghancurkan keseimbangan alam. Hal ini menyebabkan bahaya kesehatan bagi manusia, penurunan kondisi lingkungan hidup, dan kerusakan ekosistem. Jika terjadi polusi air, tindakan-tindakan yang diperlukan adalah mengurangi jumlah polutan total yang masuk dan mengendalikan beban yang masuk setelah lingkungan akuatik telah ditingkatkan sampai taraf tertentu. Usaha-usaha ini disebut sebagai kontrol beban polutan total dan sistemnya adalah TPLCS.

Pengurangan beban buangan polutan dapat tersusun dari berbagai langkah khusus, seperti regulasi limbah untuk pabrik, pembangunan sistem pembuangan limbah, pengolahan feses, dan pengoptimalan tempat pembuangan limbah peternakan. Agar dapat menerapkan langkah-langkah ini secara efisien dan meraih peningkatan kualitas air, bersamaan dengan upaya-upaya untuk melindungi lingkungan akuatik, tindakan-tindakan yang diperlukan adalah secara kuantitatif menganalisis pengaruh penerapan langkah-langkah ini secara kuantitatif dalam mengurangi beban buangan polutan dan berupaya mengurangi beban buangan polutan dari sudut pandang yang komprehensif sesuai dengan rencana. TPLCS berupaya agar rencana ini dapat dilakukan.

Pada tahun 1973, TPLCS pertama kali diperkenalkan di Jepang. Pada waktu itu, polusi air begitu serius hingga menyebabkan kerusakan di bidang perikanan di Laut Pedalaman Seto, tempat pertama kalinya metode kontrol beban polutan total diterapkan berdasarkan Interim Law for Conservation of the Environment of the Seto Island Sea (Undang-Undang Sementara tentang Konservasi Laut Pedalaman Seto) yang baru saja diberlakukan. Pengimplemetasiannya dapat mengurangi beban limbah Chemical Oxygen Demand (COD), yang berhubungan dengan limbah industri, sebesar 50%. Pada tahun 1978, Water Pollution Control Law (Undang-Undang tentang Pengendalian Polusi Air) dan the Interim Law for Conservation of the Environment of the Seto Inland Sea diamendemen sebagian dan diperkenalkanlah TPLCS. TPLCS bertujuan untuk mengurangi limbah industri dan semua beban polutan lainnya yang masuk, termasuk air limbah rumah tangga. Saat ini di Jepang, TPLCS hanya diterapkan untuk kawasan perairan yang disebut dengan laut tertutup (lihat Gambar 1.2 untuk definisi laut tertutup) yang merupakan tempat bermuaranya sejumlah besar air limbah dari aktivitas rumah tangga dan industri dari wilayah padat populasi dan industri dan, di tempat ini, standar limbah (peraturan tentang konsentrasi limbah) saja tidak dapat mencapai Standar Kualitas Lingkungan untuk Polusi Air. Selain di Laut Pedalaman Seto, TPLCS diterapkan di Teluk Tokyo dan Teluk Ise, yang polusi airnya sama-sama menonjol. Pada awalnya, pokok sasaran TPLCS terbatas pada COD, tetapi, pada tahun 2001, dikembangkan hingga mencakup nitrogen total dan fosfor total,

yang dapat menyebabkan eutrofikasi. Berkat regulasi tentang beban buangan polutan yang terkandung dalam limbah dari pabrik dan perusahaan dan penerapan program pengembangan modal sosial yang difokuskan pada pengolahan air limbah rumah tangga, termasuk pembangunan fasilitas pengolahan limbah, penurunan kualitas air di wilayah perairan ini dapat dikendalikan. Meningkatnya kualitas air mengakibatkan peningkatan kualitas air di beberapa tempat di Laut Pedalaman Seto. Jepang mempunyai pengalaman menggunakan TPLCS selama lebih dari 30 tahun. Selama tahun-tahun tersebut, Jepang berupaya membentuk institusi dan kerangka kerja terkait sementara pada saat yang sama Jepang telah mencapai tingkat tertentu dalam meningkatkan dan melestarikan lingkungan akuatik.

Gambar 1.1 menunjukkan bagan prosedur penerapan TPLCS di Jepang. TPLCS sangat efektif untuk meningkatkan dan melestarikan lingkungan akuatik karena struktur yang sistematis ini. Struktur institusional TPLCS bervariasi tergantung pada konsistensi dengan institusi dan sistem yang ada, termasuk langkah-langkah pelestarian kualitas air, status perkembangan, dan tujuan-tujuan pengenalan TPLCS di masing-masing negara.



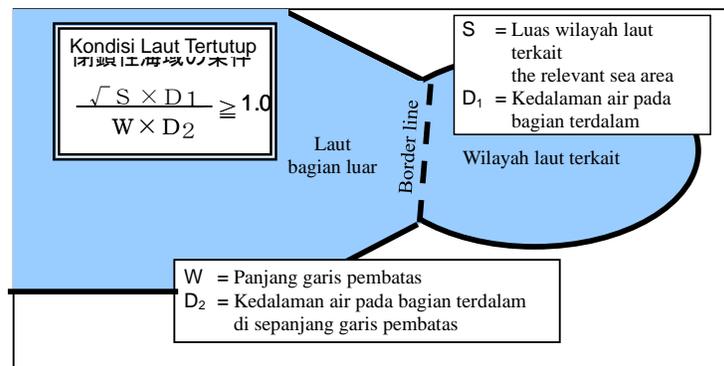
Gambar 1.1 Gambaran umum tentang TPLCS

TPLCS Jepang digunakan sebagai metode yang efektif untuk mengurangi beban polutan di laut tertutup yang polusi airnya tidak dapat dikendalikan. Meskipun demikian, kontrol beban polutan total diupayakan untuk mengurangi dan mengendalikan jumlah beban polutan total yang mengalir ke wilayah perairan. TPLCS dapat digunakan di tempat-tempat yang beban buangan polutannya perlu dikurangi untuk mengekang polusi air yang tidak terkendali dan sebagai ketentuan untuk menjaga kualitas air yang ada pada tingkat yang penurunannya tidak dapat diukur lagi.

Petunjuk pengenalan telah dirumuskan agar sehingga dapat digunakan sebagai panduan dalam memperkenalkan TPLCS atau ketika sistem yang ada perlu difungsikan secara lebih efektif. Berdasarkan pengalaman Jepang dalam hal kontrol beban polutan total, kami merangkum dasar-dasar dan prinsip-prinsip TPLCS, termasuk hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menggunakan sistem ini di berbagai negara yang kondisinya berbeda-beda, dan berupaya membuat dasar-dasar dan prinsip-prinsip TPLCS dapat disesuaikan dengan kebutuhan negara lain.

**Definisi istilah-istilah yang digunakan terkait dengan petunjuk pengenalan**

**Wilayah perairan tertutup:** Wilayah air dikelompokkan menjadi sungai, danau/telaga dan laut. Di antara ketiga kategori ini, wilayah perairan yang airnya tidak dapat berganti dengan mudah dengan wilayah perairan luar disebut wilayah perairan tertutup. Kategori ini mencakup danau/telaga dan laut tertutup. Laut tertutup didefinisikan di Jepang seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.2. Dalam wilayah perairan tertutup, beban polutan cenderung terakumulasi dan, ketika beban polutan yang dibuang dari aktivitas manusia meningkat, beban polutan ini kemungkinan besar menyebabkan polusi air, sehingga mempersulit upaya pelestarian dan peningkatan kualitas air.



Gambar 1.2 Definisi laut tertutup di Jepang

**Standar Kualitas Lingkungan untuk Polusi Air:** Standar yang dibuat untuk melestarikan sifat-sifat wilayah perairan (wilayah sungai, danau/telaga, laut) sebagaimana mestinya. Di Jepang, sebagai contoh, indikator-indikator yang berhubungan dengan lingkungan hidup (COD, nitrogen, dan fosfor) dikategorikan berdasarkan tujuan penggunaan air dan nilai acuan yang telah ditetapkan untuk indikator-indikator ini.

**Beban polutan:** Zat-zat atau benda-benda yang menyebabkan polusi di wilayah perairan. Beban polutan yang dibahas di dalam petunjuk pengenalan sebagian besar adalah COD, nitrogen, dan fosfor. Kuantitas beban polutan disebut dengan beban polutan buangan.

**Sumber:** Sumber beban polutan. Tabel 1.1 menunjukkan rinciannya.

**Sumber polusi:** Sumber setiap beban polutan.

**Kuantitas beban polutan:** Kuantitas beban polutan yang dihasilkan.

**Beban buangan:** Kuantitas beban polutan yang dibuang ke wilayah perairan. Ini merupakan suatu pernyataan dari sudut pandang sumber polusi.

**Beban aliran masuk:** Kuantitas beban polutan yang mengalir ke wilayah perairan. Hal ini merupakan suatu pernyataan dari sudut pandang wilayah perairan.

**Eutrofikasi:** Suatu bentuk polusi air, ketika ada aliran masuk unsur hara yang berlebih, yaitu senyawa kimia nitrogen dan fosfor, dari Daerah Aliran Sungai (DAS). Kondisi ini menyebabkan perkembangbiakan plankton dan alga yang serius dan timbulnya berbagai bahaya, termasuk musnahnya organisme air dan bahaya air minum.

## 1.2 Struktur TPLCS

Bagian ini menjelaskan tentang peran TPLCS di antara berbagai upaya untuk melestarikan lingkungan akuatik.

### (1) Jenis-jenis polusi air

Polusi air disebabkan oleh konsentrasi pertumbuhan industri, urbanisasi, dan pertumbuhan dan konsentrasi penduduk, yang menyertai pertumbuhan ekonomi. Meskipun alam memiliki kemampuan pemurnian, polusi air terjadi ketika jumlah polutan yang dibuang meningkat karena pertumbuhan penduduk dan limbah industri dan melebihi kemampuan pemurnian alami. Sebagai kemungkinan lain, perubahan alam yang disebabkan oleh tindakan-tindakan pembangunan, seperti penimbunan limbah (*landfilling*) di kawasan pantai atau perusakan vegetasi di tepi sungai dan rawa, kadang-kadang dapat mempengaruhi proses pemurnian alami ini.

Polusi air dapat dikategorikan menjadi beberapa jenis berdasarkan efek dan mekanismenya.

Jenis yang pertama adalah polusi yang membahayakan kesehatan manusia secara langsung yang

disebabkan oleh logam berat dan zat-zat kimia yang dibuang ke wilayah perairan. Jenis yang pertama ini juga mempengaruhi organisme air dengan sedemikian rupa hingga menyebabkan cacat, lemah, dan matinya ikan. Logam berat yang berbahaya dan senyawa kimia yang menyebabkan kerusakan semacam itu meliputi berbagai zat kimia, seperti kadmium, timbal, kromium heksavalen, raksa, arsenik, bifenil poliklorin (PCB), dan sianida. Zat-zat kimia ini dibuang dari industri pertambangan dan manufaktur dan digunakan sebagai agrokimia dan herbisida, tetapi zat-zat kimia ini ditetapkan sebagai zat-zat target standar kualitas lingkungan untuk polusi air di masing-masing negara, dan diatur atau dilarang karena sifat zat-zat ini yang berbahaya. Selain itu, ada juga polutan alami yang dialirkan dari air tanah.

Jenis polusi yang kedua menyebabkan masalah kesehatan masyarakat yang disebabkan oleh bakteri yang dengan sedemikian rupa memungkinkan munculnya penyakit-penyakit menular, termasuk disentri dan kolera. Penyakit-penyakit menular muncul dan membahayakan kesehatan manusia jika pengolahan limbah rumah tangga, termasuk feses, tidak tepat dan limbahnya dibuang sebagaimana adanya tanpa diolah terlebih dahulu atau jika limbah tersebut bercampur dengan air minum. Oleh karena itu, pengolahan feses secara menyeluruh dan pemisahan sepenuhnya antara persediaan air di kota dan sistem pengolahan limbah harus diterapkan. Di Jepang, undang-undang mengharuskan feses diolah dengan salah satu dari tiga cara berikut. Feses dibawa ke sistem pembuangan limbah, di buang ke sungai setelah diolah di Johkasou<sup>1</sup>, atau dikumpulkan dari toilet (*dip-up toilet*) dan diproses secara terpusat.

Jenis yang ketiga adalah pencemaran organik. Tingkat pencemaran organik dinyatakan dengan indikator, seperti Kebutuhan Oksigen Kimia (*Chemical Oxygen Demand* [COD]), Kebutuhan Oksigen Biokimia (*Biochemical Oxygen Demand* [BOD]), dan Karbon Organik Total (*Total Organic Carbon* [TOC]). Zat-zat organik yang mengalir masuk dari alam melalui proses korosi dan dari bangkai hewan dan juga dapat ditemukan di drainase rumah tangga dan limbah industri dari pabrik dalam berbagai sektor dan polusi air terjadi terutama karena meningkatnya beban buangan dari aktivitas-aktivitas manusia ini. Zat-zat organik yang ada di wilayah perairan diuraikan oleh organisme air dan, dengan cara ini, lingkungan akuatik dilestarikan. Jika kuantitas zat-zat organik yang mengalir melebihi kapasitas penguraian, polusi akan berlanjut, dan akhirnya kualitas air menurun secara kumulatif. Pada saat yang sama, tingkat kejernihan air secara berangsur-angsur akan menurun dan air mulai mengeluarkan bau busuk dan berubah dari warna alaminya menjadi hijau, coklat, atau coklat kemerahan. Oleh karena itu, kesulitan pemanfaatan air terjadi dalam bentuk bahaya air minum dan kerusakan perikanan dan lingkungan hidup semakin tercemar. Selain itu, zat-zat organik yang tidak dapat larut akan terakumulasi di dasar danau, sungai, dan laut sebagai

---

<sup>1</sup> Johkasou adalah sistem pengolahan limbah rumah tangga di lokasi, yang dipasang di setiap rumah terutama di daerah pedesaan dengan kepadatan penduduknya yang rendah. Air hasil pengolahan di Johkasou (KOB limbah  $\leq 20\text{mg/l}$ ) dibuang ke wilayah perairan umum terdekat dan endapan yang diambil oleh truk vakum diolah dan didaurulang di fasilitas pengolahan feses.

endapan. Untuk mengurangi beban aliran masuk zat-zat organik yang berasal dari limbah-limbah ini, masing-masing negara menerapkan undang-undang untuk mengatur masalah-masalah ini.

Jenis yang keempat adalah eutrofikasi, yang berhubungan dengan pencemaran organik yang dijelaskan pada paragraf sebelumnya pada jenis yang ketiga. Eutrofikasi disebabkan oleh unsur hara, yang merupakan senyawa nitrogen dan fosfor, yang mengalir dari DAS. Plankton dan alga berkembangbiak secara tidak normal dan mengonsumsi oksigen yang larut di dalam air. Menurunnya jumlah oksigen menyebabkan menurunnya jumlah organisme air dan menyebabkan berbagai kesulitan pemanfaatan air dalam bentuk penurunan kondisi lingkungan hidup, pengaruhnya terhadap sumber daya perikanan, dan bahaya air minum. Alga dan plankton dapat menghasilkan zat-zat yang berbahaya. Jumlah plankton yang tidak normal menyebabkan adanya *red tide* dan melemahnya dan matinya ikan, yang akan mengendap di lapisan dasar, yang menyebabkan massa air di lapisan dasar kekurangan kadar oksigen. Kemudian, air dengan kadar oksigen yang kurang tersebut akan menyebabkan pengaruh yang serius terhadap pelemahan dan kematian organisme bentik, termasuk kerang.

Pada dasarnya, unsur hara, yang merupakan senyawa nitrogen dan fosfor, diperlukan untuk melestarikan ekosistem, tetapi eutrofikasi terjadi ketika keseimbangan antara persediaan dan konsumsi unsur hara hilang dan unsur hara menjadi berlebih. Terutama di wilayah perairan yang jangka waktu menetapnya air cukup lama, yaitu di laut tertutup, danau/telaga, dan sungai (yang disebut sebagai “wilayah perairan tertutup”) dan yang arusnya lambat dan air cenderung menetap untuk waktu yang lama, unsur hara kemungkinan besar dapat terakumulasi dengan mudah dan lingkungan akuatik menjadi rentan diserang eutrofikasi. Untuk itu, kita perlu mengendalikan dan mengatur jumlah total unsur hara yang mengalir ke wilayah perairan tertutup. Tindakan yang diperlukan adalah mengurangi dan mengatur jumlah total unsur hara.

Polutan utama yang perlu ditangani dalam TPLCS adalah zat-zat organik yang dapat menyebabkan kontaminasi organik dan unsur hara yang kemudian dapat mengakibatkan eutrofikasi.

Berbagai jenis zat organik dan unsur hara dibuang dari sejumlah sumber ke wilayah perairan. Sumber-sumber utamanya ditunjukkan dalam Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Sumber-sumber utama beban polutan

|                                      | Sumber-sumber utama beban polutan   | Karakteristik  |
|--------------------------------------|---|--|
| (1) Yang berhubungan dengan industri | Pabrik dan perusahaan, termasuk rumah sakit, hotel dan penginapan, kantin, binatu, pemandian, stasiun pengisian bahan bakar, bengkel mobil, dan fasilitas penyembelihan unggas. | Beban buangan polutan yang dihasilkan meningkat seiring dengan ekspansi aktivitas ekonomi dan produksi industri. |
| (2) Yang berhubungan                 | Kehidupan manusia (Limbah rumah tangga dikategorikan  | Beban buangan polutan yang dihasilkan meningkat seiring  |

|  |   |  |
|--|---|--|
| dengan kehidupan manusia               | menjadi feses dan limbah rumah tangga yang lain (yang disebut dengan air limbah rumah tangga). Air limbah rumah tangga dihasilkan dari aktivitas memasak, mencuci baju dan sejenisnya, mandi, dan aktivitas membersihkan yang lainnya.) | dengan pertumbuhan dan kepadatan penduduk di wilayah perkotaan.<br>Jumlahnya juga berubah sesuai dengan gaya hidup, standar hidup, dan kebiasaan hidup, termasuk jenis toilet (siram atau <i>dip-up</i> ) dan frekuensi mandi. |
| (3) Yang berhubungan dengan peternakan | Pupuk kandang dari kotoran sapi, kuda, babi, unggas, dan hewan ternak lain.<br>Air untuk membersihkan kandang ternak.   | Beban buangan polutan yang dihasilkan meningkat seiring dengan ukuran peternakan.  |
| (4) Tanah pertanian                    | Pupuk dan agrokimia yang tidak diserap oleh tanaman dan benda-benda organik seperti cabang yang mati dan sampah daun yang tertinggal di tanah pertanian.  | Beban buangan polutan yang dihasilkan meningkat seiring dengan jumlah pupuk kimia yang digunakan.<br>Beban polutan terbuang ke wilayah perairan bersama air hujan.   |
| (5) Kawasan terbangun                  | Partikel debu, sampah daun, dan sampah lain yang terakumulasi.  | Beban polutan terbuang ke wilayah perairan bersama air hujan.  |
| (6) Hutan                              | Tumbuh-tumbuhan yang membusuk.  | Beban polutan terbuang ke wilayah perairan bersama air hujan.  |
| (7) Akuakultur                         | Sisa pakan di lahan perikanan dan ikan-ikan yang mati.  |  |

Selain itu, sumber-sumber beban polutan sekarang dikategorikan berdasarkan adanya kemungkinan untuk mengidentifikasi tempat terjadinya. Sumber-sumber yang dapat diidentifikasi disebut sebagai sumber titik (*point source*) dan sumber yang tidak dapat diidentifikasi karena polusi air terjadi di suatu bidang disebut dengan sumber bidang, atau *plane source* (juga disebut dengan sumber nontitik). Istilah-istilah ini digunakan dalam petunjuk pengenalan ini.

Sumber titik dan sumber bidang ditangani secara berbeda sesuai dengan pendekatan kebijakan untuk mengurangi beban buangan polutan. Karena tempat terjadinya sumber titik dapat diidentifikasi, beban buangan juga dapat diukur dan regulasi tentang limbah dapat diterapkan berdasarkan beban tersebut. Namun, untuk sumber bidang, metode ini tidak dapat diterapkan karena tempat terjadinya tidak dapat diidentifikasi.

Sumber-sumber titik mencakup (i) sumber industri berskala besar, (ii) sumber rumah tangga dengan fasilitas pengolahan limbah rumah tangga, dan (iii) sumber peternakan berskala besar. Sebagai kemungkinan lain, sumber-sumber bidang meliputi (iv) sumber industri/rumah tangga/peternakan berskala kecil yang tidak dimasukkan dalam sumber titik, (v) tanah pertanian, (vi)

kawasan terbangun, (vii) hutan, dan (viii) akuakultur.

Seperti ditunjukkan pada Tabel 1.1, beban polutan juga terjadi di alam dan mengalir ke wilayah perairan, tempat siklus ekologi berlangsung dan mendukung proses pemurnian alami dan proses pencernaan biologis, yang membentuk kestabilan alam. Namun, jika beban buangan polutan yang dihasilkan dari aktivitas manusia, seperti pertumbuhan penduduk, ekspansi produksi industri, peningkatan peternakan, dan peningkatan pemakaian pupuk kimia, dibiarkan meningkat, beban buangan polutan pada akhirnya akan melebihi kapasitas lingkungan alami. Hal ini akan mengakibatkan menurunnya kondisi lingkungan akuatik dan menyebabkan terjadinya polusi air. Ketika perekonomian tumbuh dan kapasitas produksi bertambah, beban buangan polutan harus diatasi. Tindakan yang diperlukan adalah mengupayakan keserasian antara pertumbuhan ekonomi dan sosial dengan pelestarian lingkungan.

TPLCS berupaya untuk mewujudkan keserasian antara pembangunan dan pelestarian lingkungan dengan cara menerapkan langkah-langkah pengurangan beban buangan secara efisien.

## **(2) Langkah-langkah pelestarian lingkungan akuatik**

Langkah-langkah untuk meningkatkan kualitas air dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis. Salah satu jenisnya adalah langkah-langkah untuk mengurangi beban buangan polutan di wilayah perairan (sebuah langkah penanganan sumber). Jenis yang kedua adalah langkah-langkah untuk membersihkan wilayah perairan, tempat polusi air telah berlangsung, dan beban polutan, yang telah dibuang, di wilayah perairan terkait (sebuah langkah pemurnian langsung).

Langkah-langkah penanganan sumber yang diterapkan meliputi pengolahan limbah untuk mengurangi beban polutan dan pengurangan penggunaan bahan mentah dan bahan yang mengandung beban polutan. Metode penerapan pengolahan limbah meliputi, sebagai contoh, mengolah limbah di fasilitas pengolahan air limbah yang dibangun di pabrik dan mengumpulkan limbah rumah tangga melalui sistem pembuangan limbah dan mengolah limbah tersebut di fasilitas pengolahan limbah terpusat<sup>2</sup>. Selain itu, sabun bubuk dan detergen tanpa fosfor, sebagai contoh, daripada detergen yang mengandung fosfor, dapat digunakan untuk mengurangi bahan mentah dan bahan yang mengandung beban polutan.

Untuk proses pemurnian langsung, langkah-langkah yang dapat dilakukan meliputi pengerukan (menghilangkan beban polutan yang terakumulasi di bagian dasar air secara langsung), pemanfaatan

---

<sup>2</sup> Pengolahan limbah diperlukan jika limbah dibuang ke wilayah perairan, termasuk sungai dan laut, dan jika limbah tersebut dibiarkan meresap ke dalam tanah. Jika limbah yang mengandung banyak beban polutan dibiarkan meresap ke dalam tanah, limbah tersebut akan menyebabkan pencemaran air tanah dan beban polutannya akan terbawa ke danau/telaga dan laut setelah sekian lama bersama dengan air tanah. Kemudian, beban polutan tersebut ada kalanya dapat menyebabkan polusi air untuk jangka waktu yang lama.

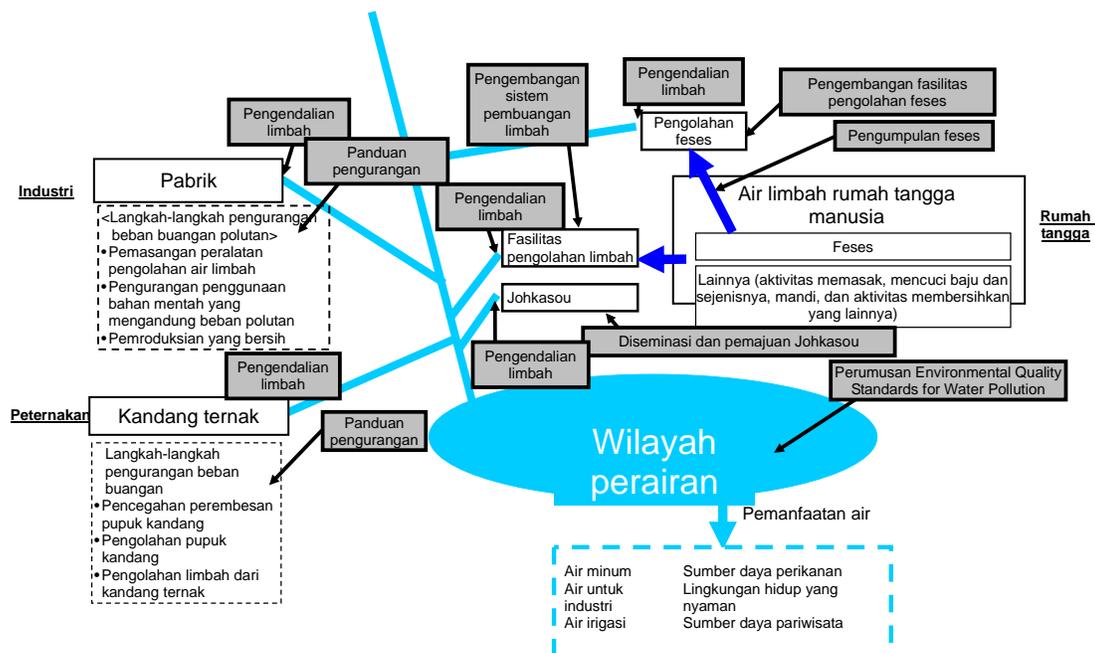
rawa dan daerah pasang surut, aerasi (menyuntikkan oksigen atau udara ke dalam wilayah perairan), dan pengambilan air untuk membersihkan air (pengambilan air dari sistem air lain yang belum tercemar).

Langkah-langkah pemurnian langsung menangani beban polutan yang dibuang dan, oleh karenanya, memiliki peran sekunder sebagai penanggulangan polusi air. TPLCS bertujuan untuk mengurangi jumlah beban polutan total dan berfokus pada langkah-langkah penanganan sumber.

### (3) Langkah-langkah kebijakan yang diterapkan oleh pemerintah

Karena penerapan langkah-langkah penanganan sumber, seperti instalasi dan biaya pengoperasian fasilitas pengolahan limbah, memerlukan biaya, hanya dengan mengharapkan pencemar untuk mengambil inisiatif sendiri tidaklah kemudian berarti akan membawa tanggapan yang memadai. Oleh karena itu, keterlibatan kebijakan akan diperlukan dan diupayakan langkah-langkah administratif diupayakan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.3.

Rencana kontrol beban polutan total berupaya untuk mengambil langkah-langkah ini secara menyeluruh, menerapkan kontrol beban polutan total yang sangat efektif untuk beban buangan, dan mengupayakan peningkatan kualitas air di wilayah perairan terkait. Tinjauan tentang hubungan antara kebijakan administratif tentang kontrol beban polutan total dan TPLCS ditunjukkan di bawah ini, difokuskan terutama pada bagian-bagian yang berhubungan dengan langkah-langkah penanganan sumber.



### Gambar 1.3 Struktur langkah-langkah penanganan sumber

#### i) Perumusan Standar Kualitas Lingkungan untuk Polusi Air

Standar-standar ini menetapkan kriteria kualitas air di wilayah perairan (sungai, danau/telaga, dan laut). Standar Kualitas Lingkungan untuk Polusi Air merupakan sebuah tujuan administratif. Jika standar-standar tersebut dapat dicapai, diperlukan upaya-upaya untuk melestarikan lingkungan akuatik diperlukan sedangkan, jika standar-standar tersebut tidak dapat dicapai, usaha-usaha tambahan diperlukan untuk mencapai standar-standar tersebut. Di Jepang, Standar Kualitas Lingkungan untuk Polusi Air menangani 37 total poin. Poin-poin tersebut dikategorikan menjadi standar kualitas air lingkungan untuk menjaga kesehatan manusia (27 poin: logam berat dan zat-zat kimia yang berbahaya, seperti kadmium dan sianida, ditangani di sini) dan standar kualitas air lingkungan untuk menjaga lingkungan hidup (10 poin: COD, BOD, oksigen terlarut, nitrogen total, fosfor total, dan kelompok coli ditangani di sini). Standar kualitas air lingkungan untuk menjaga kesehatan manusia telah dirumuskan secara seragam untuk semua air umum di Jepang. Standar kualitas air lingkungan untuk menjaga lingkungan hidup memiliki beberapa kategori sesuai dengan tujuan pemanfaatan air di masing-masing wilayah perairan. Nilai standar yang berbeda-beda ditentukan untuk kategori-kategori tersebut.

TPLCS pada dasarnya menangani pencemaran organik dan eutrofikasi dan TPLCS Jepang menangani COD, nitrogen total, and fosfor total. Poin-poin ini ditangani dengan standar kualitas air lingkungan untuk menjaga lingkungan hidup, yang, untuk itu, Environmental Quality Standards for Water Pollution ditetapkan sesuai dengan masing-masing tujuan pemanfaatan air di wilayah perairan. Oleh karena itu, kontrol beban polutan total berusaha menjaga kualitas air yang berhubungan dengan pemanfaatan air di wilayah perairan.

#### ii) Regulasi tentang pembuangan air limbah

Limbah industri dari pabrik, perusahaan, dan kandang ternak berskala besar diatur dengan pengendalian limbah untuk mengurangi beban buangan. Pabrik dan perusahaan yang diatur dalam undang-undang diharuskan mengambil langkah-langkah untuk mencapai standar limbah dan beban buangan diharapkan akan berkurang dengan diterapkannya langkah-langkah tersebut. Pengendalian limbah juga diterapkan di kandang ternak berskala besar, kawasan pemukiman, dan fasilitas pengolahan limbah, selain di pabrik dan perusahaan.

Salah satu langkah pengendalian limbah yang paling umum digunakan adalah peraturan tentang konsentrasi emisi yang mengatur tentang konsentrasi beban polutan yang terkandung dalam limbah. Pengukuran konsentrasi limbah perusahaan dapat segera menentukan apakah setiap perusahaan memenuhi peraturan tersebut. Maka dari itu, diperlukan usaha yang relatif sedikit untuk menerapkan peraturan tersebut.

Namun, jika diperkirakan akan terjadi peningkatan beban limbah yang besar dari pembangunan dan perluasan pabrik, peraturan tentang konsentrasi limbah saja mungkin tidak akan cukup mampu untuk mencegah peningkatan jumlah total beban polutan yang mengalir ke wilayah perairan. Dalam kasus seperti ini, kontrol beban polutan total akan diperlukan untuk mengurangi jumlah beban polutan. (Dalam teks di bawah ini, standar regulasi tentang beban buangan polutan untuk kontrol beban polutan total disebut sebagai “Total Pollutant Load Control Standard” (Standar Kontrol Beban Polutan Total).)

Dalam TPLCS, salah satu prinsip dasarnya adalah menetapkan standar beban buangan polutan dan menerapkan kontrol beban polutan total.

Karena beban buangan polutan limbah dapat dinyatakan dengan cara mengalikan konsentrasi dengan jumlah limbah, untuk menerapkan kontrol beban polutan total, hal yang diperlukan adalah mengukur konsentrasi dan jumlah limbah. Diperlukan lebih banyak waktu dan usaha untuk menerapkan kontrol beban polutan total daripada peraturan tentang konsentrasi limbah, tetapi pengendalian ini memang merupakan metode yang efektif dan aman ketika beban buangan polutan harus dikendalikan dan dikelola dengan ketat.

### iii) Penggalakan pengolahan limbah rumah tangga

Karena rumah tangga secara umum juga merupakan salah satu sumber beban polutan dengan membuang limbah rumah tangga, termasuk tinja, mereka perlu menerapkan langkah-langkah penanggulangan limbah rumah tangga. Jepang melarang pembuangan tinja yang belum diolah ke wilayah perairan untuk mencegah penyakit menular, tetapi tidak secara langsung mengatur tentang limbah rumah tangga dari dapur, kamar mandi, dan binatu (laundry), selain tinja (yang disebut dengan “air limbah rumah tangga”).

Sebagai langkah-langkah untuk mengolah limbah rumah tangga, pemerintah lokal sedang melaksanakan program pengembangan sistem pembuangan limbah, pengolahan gabungan di kawasan permukiman, dan pemasangan Johkasou untuk rumah tangga umum. Semua metode ini menggunakan sistem pengolahan aerobik yang menggabungkan tinja dan air limbah rumah tangga.

Sistem pembuangan limbah dibangun terutama di daerah perkotaan dengan kepadatan penduduk yang tinggi dan sistem pembuangan limbah berskala kecil dibangun di kawasan permukiman dan desa-desa pertanian terkonsentrasi oleh unit blok permukiman dan unit desa. Di daerah dengan kepadatan penduduk yang rendah, Johkasou dibangun oleh setiap atau beberapa rumah tangga.

Sistem pembuangan limbah biasanya dianggap sebagai infrastruktur sosial dan pembangunannya dilaksanakan oleh organisasi masyarakat sebagai badan pelaksana. Namun, untuk sistem pembuangan limbah untuk setiap rumah tangga, pembangunannya sering dilakukan di bawah tanggung jawab perorangan. Dalam kasus ini, kebijakan digunakan sesuai dengan kebutuhan, termasuk bimbingan teknis dan subsidi untuk memajukan pembangunan sistem pembuangan limbah. Di Jepang, pemerintah daerah membangun Johkasou untuk setiap rumah tangga dan melaksanakan

proyek-proyek untuk memelihara dan mengelola sistem tersebut.

TPLCS menghitung pengaruh kebijakan-kebijakan ini dalam mengurangi beban buangan polutan dan mengupayakan penerapan kebijakan yang efektif.

iv) Panduan untuk mengurangi beban polutan

Pemerintah memberikan panduan teknis mengenai sumber beban polutan untuk mengurangi beban polutan. Hal ini merupakan cara yang efektif untuk mengontrol sumber beban polutan yang kadang-kadang terlepas dari peraturan. Sebagai contoh, panduan tersebut dapat berupa panduan tentang penggunaan pupuk kimia untuk mengurangi beban buangan polutan dari tanah pertanian dan panduan tentang teknologi yang diperuntukkan bagi usaha kecil, seperti industri kerajinan rumah tangga, untuk menghilangkan beban polutan. Dalam TPLCS, bekerja sama dengan sektor pemerintahan yang terkait, panduan pengurangan beban polutan dikembangkan untuk berbagai sumber beban polutan.

v) Kebijakan terkait lain untuk memajukan langkah-langkah penanganan sumber

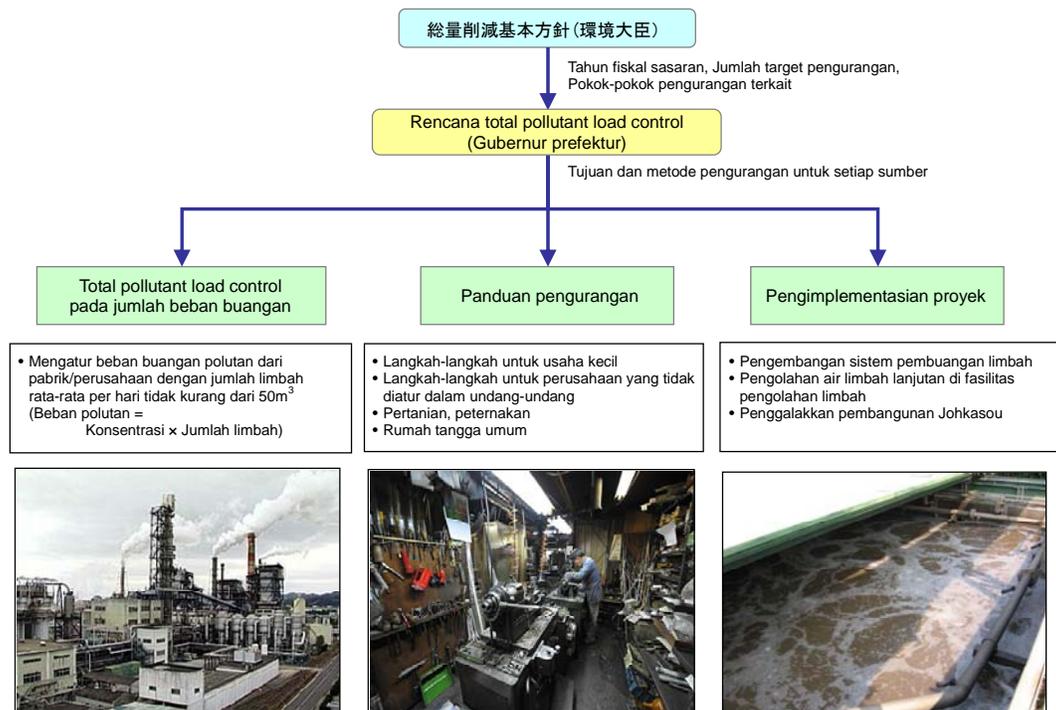
Kebijakan promosi telah dijalankan, termasuk kebijakan pinjaman, subsidi dan tunjangan pajak, untuk mendorong pabrik untuk membangun fasilitas pengolahan limbah. Selain itu, penyebaran pengetahuan dan promosi kesadaran lingkungan diupayakan melalui pendidikan dan aktivitas yang berkenaan dengan kesadaran umum.

#### (4) Struktur TPLCS

TPLCS mengatur tentang beban buangan polutan di sumber beban polutan yang pengendalian limbahnya dapat dimungkinkan dan berupaya mensosialisasikan berbagai kebijakan dan metode lain untuk mengurangi polusi secara komprehensif. TPLCS memerlukan koordinasi dengan unit pemerintahan terkait. Berbagi pengenalan dalam proses koordinasi ini dapat dimungkinkan. Sementara itu, dimungkinkan juga untuk merumuskan rencana yang efisien dengan mempertimbangkan kemungkinan-kemungkinan yang dapat terjadi, biaya penerapan, waktu yang diperlukan untuk menerapkan langkah-langkah tersebut, dan pengaruh dari berbagai kebijakan dalam mengurangi beban buangan polutan.

Struktur skematis TPLCS di Jepang seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 1.4.

Kebijakan Dasar tentang Total Pollutant Load Control untuk Seluruh Wilayah  
(Menteri Lingkungan)



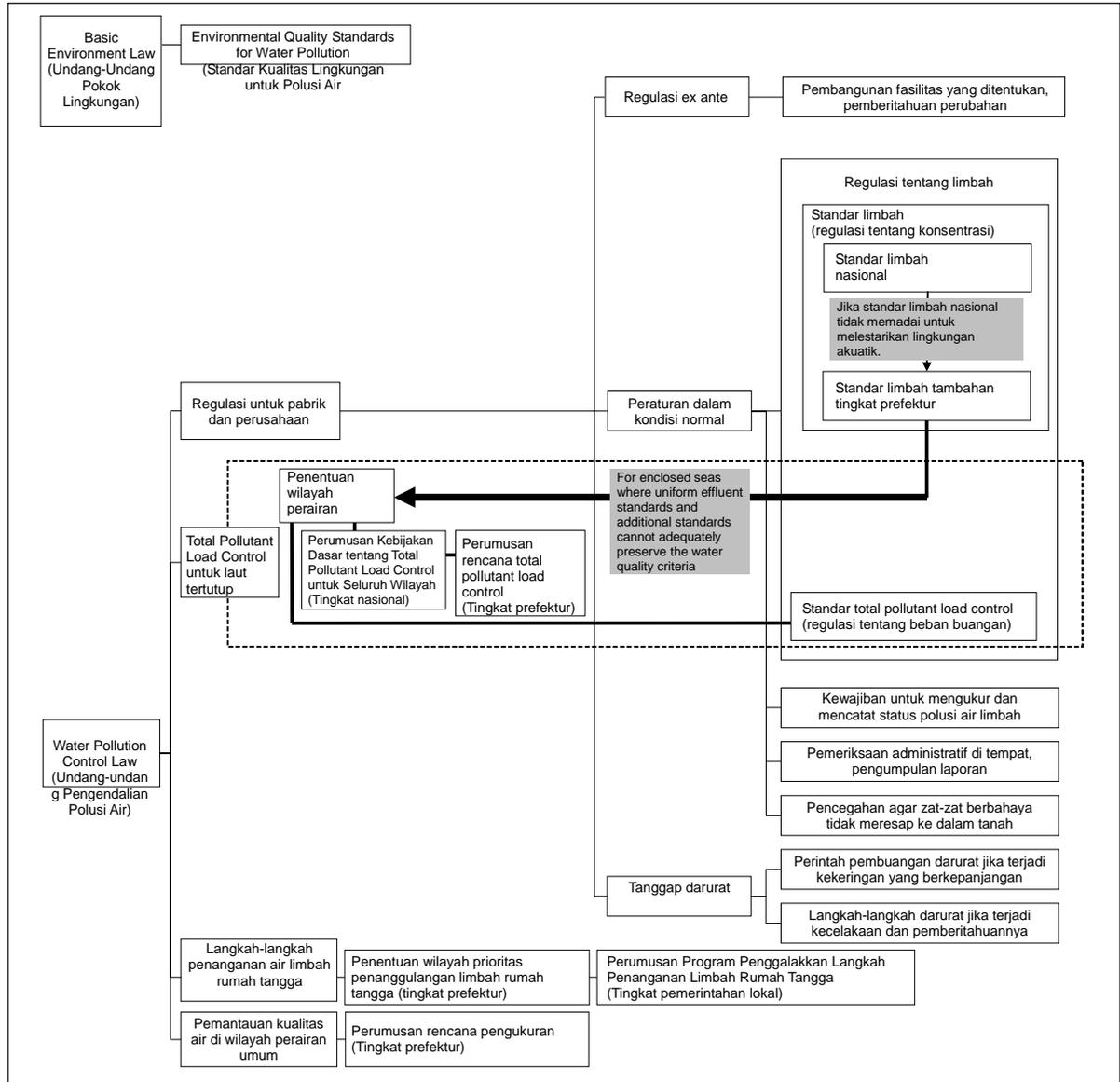
Gambar 1.4 Struktur Skematis TPLCS di Jepang

**Kolom 1: Peraturan tentang pembuangan limbah di Jepang**

Di Jepang, standar limbah nasional yang seragam (standar konsentrasi) telah dibuat untuk semua pabrik dan perusahaan dan fasilitas yang terkait diatur sebagaimana mestinya. Jika standar nasional tersebut tidak memadai untuk melestarikan lingkungan akuatik, setiap prefektur boleh membuat ordonansi dengan standar limbah yang lebih ketat untuk melengkapi standar nasional tersebut. Untuk laut yang tertutup, jika Standar Kualitas Lingkungan untuk Polusi Air tidak dapat dipenuhi bahkan dengan menerapkan ordonansi ini, TPLCS akan diterapkan dan metode pengendalian limbah yang disebut dengan “kontrol beban polutan total”. Metode ini merupakan suatu bentuk peraturan tentang beban buangan polutan. Di Jepang, TPLCS dianggap sebagai suatu sarana untuk menangani laut tertutup dengan tingkat polusi air yang sangat tinggi jika dilihat dari sudut pandang institusional. Bahkan, jika prefektur menambahkan standar yang lebih ketat, nilai acuan untuk standar tambahan tersebut ditentukan berdasarkan konsep bahwa kandungan beban polutan yang dibuang ke wilayah perairan ada dalam kisaran tertentu dengan tujuan untuk melestarikan lingkungan akuatik. Konsep ini menggabungkan gagasan tentang pengendalian jumlah beban polutan total.

Gambar 1.5 menunjukkan tentang sistem Undang-Undang tentang Pengendalian Polusi Air dan struktur TPLCS berdasarkan undang-undang tersebut.

Sistem yang ada di Jepang seperti yang digambarkan, tetapi beberapa negara mengatur beban buangan polutan di tingkat nasional dan mengupayakan pengurangan beban buangan polutan.



Gambar 1.5 Sistem Undang-Undang tentang Pengendalian Polusi Air dan struktur TPLCS di

Jepang

\* Di Jepang, Standar Kualitas Lingkungan untuk Polusi Air ditetapkan bersama dengan standar lingkungan yang lain, termasuk standar untuk udara sekitar. Standar ini juga ditunjukkan pada Gambar 1.5.

### 1.3 Pengalaman dan pelajaran dari Jepang

Jepang telah mengalami pertumbuhan ekonomi yang pesat dengan tingkat pertumbuhan ekonomi rata-rata per tahun sebesar 9% dari akhir tahun 1950-an sampai awal tahun 1970-an. Pertumbuhan ekonomi yang pesat ini menyebabkan peningkatan produksi industri dan kepadatan penduduk, yang kemudian menyebabkan peningkatan beban polutan yang besar yang tidak dapat ditanggulangi, sehingga menyebabkan terjadinya polusi air yang parah. Keadaan ini kemudian menyebabkan kerusakan perikanan karena adanya red tide dan penurunan kondisi lingkungan hidup karena adanya air minum yang berbau busuk dan bau yang tidak sedap<sup>3</sup>. Namun, karena dihadapkan dengan polusi lingkungan yang terus meningkat, masyarakat menyerukan adanya penganggulangan polusi. Pada puncaknya, masyarakat mendesak agar sistem hukum diperbarui dengan cepat sejak sekitar tahun 1970 dan penanggulangan yang intensif diterapkan. Dalam prosesnya, untuk melestarikan lingkungan Laut Pedalaman Seto, yang disebut dengan “Laut yang Sekarat,” karena adanya polusi air yang parah, khususnya karena adanya red tide yang menyebabkan kerusakan perikanan, pada 1973, Interim Law for Conservation of the Environment of the Seto Inland Sea (Undang-Undang Sementara tentang Konservasi Laut Pedalaman Seto) diberlakukan dengan *lawmaker-initiated legislation*<sup>4</sup>. Undang-undang ini mulai mengurangi jumlah beban polutan industri total (COD) (sebanyak 50%) di Laut Pedalaman Seto pada tahun 1974. Selain itu, TPLCS, yang diupayakan untuk mengurangi jumlah beban polutan total, termasuk limbah industri dan limbah rumah tangga, diperkenalkan pada tahun 1978 dan diterapkan di Laut Pedalaman Seto, Teluk Tokyo, dan Teluk Ise. Dengan langkah-langkah ini, penurunan kualitas air dapat ditekan dan keadaannya semakin membaik sejak saat itu (Polusi air di Jepang dan penanggulangannya dijelaskan pada Materi Referensi 2.).

Pengalaman Jepang dan pelajaran yang dapat diambil dapat dirangkum sebagai berikut:

i) Penerapan penanggulangan polusi air dari sudut pandang pencegahan

Langkah-langkah untuk menjaga kualitas air perlu diawali dari sudut pandang pencegahan. Karena Jepang tidak dapat menangani polusi lingkungan secara memadai dalam proses perkembangan industrinya, polusi airnya memburuk dan penanggulangannya terlambat, sehingga Jepang memerlukan lebih banyak waktu dan biaya untuk menanggulangi polusi tersebut. Jika peningkatan beban buangan polutan dapat diperkirakan dari pertumbuhan ekonomi dan pertumbuhan

---

<sup>3</sup> PDB per kapita Jepang sebanyak \$3.170 (harga telah disesuaikan) pada 1965. Pada waktu itu, tingkat pertumbuhan ekonomi dan tahap perkembangan ekonomi Jepang mirip dengan tingkat pertumbuhan ekonomi dan tahap perkembangan ekonomi Cina dan negara-negara di Asia Tenggara saat ini.

<sup>4</sup> Di Jepang, *lawmaker-initiated legislation* merupakan istilah untuk penetapan undang-undang atas inisiatif anggota parlemen. Law concerning Special Measures for Conservation of the Environment of the Seto Inland Sea ditetapkan atas permintaan wilayah-wilayah yang menghadap ke Laut Pedalaman Seto melalui *lawmaker-initiated legislation*.

penduduk, tindakan yang diperlukan adalah segera memulai penanggulangan dari sudut pandang pencegahan. Saat ini, wawasan ilmiah dan teknologi yang berkaitan dengan lingkungan telah maju jika dibandingkan dengan perkembangannya pada 1960-an dan, sekarang, penerapan langkah-langkah pencegahan sebenarnya dapat dimungkinkan.

ii) Pengembangan TPLCS berdasarkan pengalaman, wawasan ilmiah, dan perubahan kondisi sosial

Penting untuk memulai langkah-langkah kontrol beban polutan total yang dapat diterapkan sejauh langkah-langkah tersebut dapat dipraktekkan bahkan jika fungsi dan logikanya belum jelas. Penting juga untuk berupaya memperbanyak pengalaman dan wawasan ilmiah, memanfaatkan informasi yang telah terkumpul, dan mengembangkan TPLCS dengan mempertimbangkan perubahan kondisi sosial. Ketika TPLCS pertama kali digunakan di Jepang pada tahun 1970-an, diakui bahwa masih ada berbagai tantangan, tetapi tantangan-tantangan ini dapat ditangani dalam proses penerapan langkah-langkah terkait. Hal ini telah dianggap sebagai kekuatan pendorong utama bahwa para pemangku kepentingan mempunyai pandangan yang sama bahwa sangat penting untuk memulai TPLCS terlebih dahulu guna mencegah gangguan lebih lanjut dan untuk memperbaiki lingkungan akuatik. Mereka sangat antusias untuk menyelesaikan tantangan-tantangan yang tersisa.

Jepang telah melakukan banyak *trial and error* karena Jepang merupakan pelopor dalam hal polusi lingkungan, tetapi, saat ini, banyak negara dapat belajar dari sukses dan kegagalan para pelopor. Tindakan-tindakan yang diperlukan adalah memanfaatkan pengalaman-pengalaman tersebut dan juga melaksanakan upaya-upaya tersebut.

Mekanisme polusi wilayah perairan telah maju secara ilmiah jika dibandingkan dengan pengetahuan sebelumnya. Bersama-sama dengan pengembangan teknologi pengolahan air limbah, termasuk teknologi untuk membuang nitrogen dan fosfor, berbagai langkah penanggulangan sudah mulai dilakukan. Pemanfaatan pengalaman, pengetahuan, dan wawasan ilmiah, yang diperbanyak dengan cara ini, dan pelaksanaan langkah-langkah untuk menjaga kualitas air merupakan tindakan-tindakan yang cukup penting.

#### **1.4 Kebutuhan akan pengenalan TPLCS**

Sejak pergantian abad kedua puluh satu, pertumbuhan ekonomi dan penduduk yang pesat terjadi di Brazil, Rusia, India, dan Cina (BRIC) dan di Asia Timur, Asia Selatan, Timur Tengah, Afrika, dan Amerika Latin. Di negara-negara ini beberapa wilayah perairan kotanya telah mengalami polusi air yang serius. Karena peningkatan beban buangan polutan yang besar diperkirakan akan terjadi di masa yang akan datang, bahkan di wilayah perairan yang polusi airnya bukanlah masalah yang cukup serius, hal yang perlu diperhatikan adalah bahwa polusi air dapat terjadi dan memburuk di masa depan (Kondisi di Asia Timur sebagian besar dirangkum dalam Bahan Referensi 6.). Di atas semua itu, pelestarian kualitas air merupakan masalah penting bagi wilayah perairan yang memiliki

sumber air minum dan sumber perikanan yang melimpah. Pengambilan langkah sesegera mungkin penting dilakukan karena sekali polusi air mencapai tingkat kritis yang disebabkan oleh penanggulangan yang telat, waktu dan dana diperlukan untuk mengatasi polusi air.

Seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan sosial, diperlukan penerapan langkah penanggulangan total, seperti pengolahan limbah rumah tangga yang komprehensif, yang mencakup pembangunan fasilitas pengolahan air limbah di pabrik dan pembangunan sistem pembuangan limbah. Oleh karena itu, berbagi pengenalan akan pentingnya penanggulangan polusi air dengan sektor pemerintahan terkait dan masyarakat umum, mengambil langkah-langkah yang efektif pada stadium awal, dan melaksanakan langkah-langkah yang efisien secara keseluruhan merupakan tindakan-tindakan yang penting untuk dilakukan. Dalam proses pelaksanaan upaya-upaya ini, TPLCS merupakan metode yang efektif dan penggunaannya akan menjadi suatu pilihan yang berharga.

TPLCS dapat digunakan dengan cara-cara berikut.

i) Untuk wilayah perairan yang tingkat polusi airnya sudah tinggi, TPLCS dapat digunakan sebagai langkah yang efektif untuk mengurangi beban polutan.

Dalam kondisi ini, ditekankan pada “pengurangan”. TPLCS diharapkan dapat meningkatkan kualitas air secara andal karena TPLCS menerapkan berbagai regulasi, termasuk kontrol beban polutan total, pada sumber polusi yang beban buangan polutannya dapat diketahui dengan jelas, seperti limbah industri, dan, dengan cara ini, TPLCS diupayakan untuk mengurangi beban buangan polutan. Karena TPLCS mengupayakan berbagai langkah dari sudut pandang yang komprehensif, langkah-langkah pengurangan yang efisien secara umum dapat diterapkan.

ii) TPLCS dapat digunakan sebagai metode pencegahan dalam mengatur beban polutan di wilayah yang diharapkan akan berkembang di masa yang akan datang.

Dalam kondisi ini, ditekankan pada proses pengelolaan. Bahkan di wilayah perairan yang polusi airnya belum mencapai tingkat yang kritis, jika pertumbuhan penduduk atau kemajuan industri diduga akan terjadi karena pengembangan di DAS di masa yang akan datang, polusi air diperkirakan akan memburuk. Polusi air perlu diminimalkan melalui langkah-langkah pencegahan karena diperlukan waktu dan dana untuk memulihkan lingkungan akuatik. TPLCS berupaya untuk mengatur semua sumber beban polutan yang mengalir ke wilayah perairan dan dapat digunakan sebagai metode yang komprehensif untuk mengatur beban buangan polutan di DAS.

Di wilayah perairan tertutup yang arusnya lambat dan jangka waktu menetapnya lama, seperti di laut tertutup, danau/telaga, dan sungai, airnya kemungkinan besar tidak bertukar dengan air dari luar dan beban polutan kemungkinan besar mudah terakumulasi. Oleh karena itu, dalam mempertimbangkan penanggulangan pencemaran organik dan eutrofikasi, tindakan-tindakan yang

diperlukan adalah mengurangi dan mengatur jumlah beban polutan total. Konsep kontrol beban polutan total diperlukan dalam langkah-langkah penanganan lingkungan akuatik di wilayah perairan tertutup. Pengenalan TPLCS dirasa penting.

### **1.5 Prinsip-prinsip dasar TPLCS**

Setelah diperkenalkan, TPLCS perlu difungsikan dengan baik. Untuk itu, tindakan yang diperlukan adalah melakukan upaya-upaya yang sesuai dengan prinsip-prinsip dasar kontrol beban polutan total. TPLCS berupaya untuk menjaga dan meningkatkan kualitas air di wilayah perairan terkait dengan cara mengurangi dan mengatur beban polutan yang mengalir ke wilayah perairan tersebut. Prinsip-prinsip dasar TPLCS adalah sebagai berikut:

- i) Memastikan bahwa semua sumber polusi dari sektor industri, rumah tangga, peternakan, dan pertanian yang mengalir ke wilayah perairan tersebut dimasukkan dalam pokok-pokok sasaran penghitungan dan pengurangan beban polutan.
- ii) Menilai jumlah beban polutan total secara kuantitatif.
- iii) Menentukan beban buangan polutan dan menetapkan tujuan pengurangan untuk menjaga kualitas air yang memadai di masing-masing wilayah perairan dengan cara mengukur kualitas air dan volume aliran wilayah perairan sasaran atau sungai yang mengalir ke wilayah perairan sasaran. Terkait tujuan pengurangan, sistem ini menetapkan tujuan pengurangan kuantitatif menurut tanggal target yang telah ditentukan dan menentukan dan menilai pelaksanaan upaya pengurangan secara kuantitatif. Dalam menetapkan tujuan pengurangan, peningkatan beban buangan polutan yang disebabkan oleh perkembangan industri dan pertumbuhan penduduk yang telah diperhitungkan sebaiknya dipertimbangkan.
- iv) Dalam mengurangi beban buangan polutan dari sumber titik, seperti pabrik dan perusahaan, menggunakan metode pengurangan yang dapat mengurangi beban buangan polutan.
- v) Merumuskan rencana kontrol beban polutan total dengan menggabungkan berbagai langkah yang akan diterapkan dengan tujuan untuk mencapai tujuan pengurangan.

Beberapa langkah di atas boleh dihilangkan jika ada langkah baru yang perlu diterapkan di wilayah perairan yang polusi airnya memburuk dengan cepat dan jika pengendalian polusi kemungkinan besar memerlukan waktu yang terlalu lama dan bisa jadi tidak berguna untuk tujuan yang telah ditetapkan jika semua langkah diterapkan berdasarkan kelima prinsip tersebut.

Misalnya, jika penanganan semua sumber polusi memerlukan banyak waktu dan upaya, penanganannya dapat dimulai dari sumber dengan proporsi beban buangan polutan keseluruhan yang lebih besar daripada sumber lainnya. (Seperti dijelaskan pada Bagian 1.3, metode kontrol beban polutan total pertama kali diimplementasikan untuk limbah industri di Laut Pedalaman Seto pada tahun 1974 dan sistem yang baru telah digunakan untuk semua sumber sejak 1979. Di Laut Pedalaman Seto, yang diyakini adalah bahwa kira-kira 80% beban buangan polutan yang ada di dalam limbah berasal dari limbah industri pada tahun 1972.)

Demikian juga dalam upaya untuk menilai beban polutan total secara kuantitatif, dalam kasus tertentu, penghitungan beban polutan total dengan tingkat ketelitian yang tinggi sulit dilakukan karena tidak adanya data aktual dan informasi statistik terkait yang diperlukan dalam penghitungan pada tahap pengenalan. Jika lingkungan akuatik di wilayah perairan sangat tercemar dan beban buangan polutannya harus segera dikurangi, tujuan pengurangan sebaiknya ditetapkan terlebih dahulu untuk beban buangan dari sumber tempat langkah-langkah pengurangan dapat diimplementasikan. Selanjutnya, penerapan langkah-langkah pengurangan dapat dilaksanakan. Dalam kasus ini, tindakan-tindakan yang diperlukan adalah mengukur beban buangan dan menilai jumlah pengurangan secara kuantitatif sambil menerapkan langkah-langkah pengurangan. Dalam prosesnya, peningkatan data aktual dan informasi statistik terkait harus diupayakan. Selain itu, sistem dan kerangka kerja harus dikembangkan untuk pengukuran yang sebenarnya dan pencatatan kualitas air. Melalui upaya-upaya ini, jumlah beban polutan total akan dapat ditentukan.

Seperti yang telah disampaikan di atas, untuk menerapkan TPLCS, keadaan struktur industri dan ciri-ciri daerah yang sebenarnya perlu diketahui dengan cara memeriksa kualitas air. Karena kontrol beban polutan total dibuat dengan konsep dasar untuk menangani semua sumber polutan, sektor-sektor pemerintahan yang terkait memiliki cakupan yang luas dan dipandang penting untuk berkoordinasi dan mengadakan hubungan kerja sama dengan sektor-sektor tersebut. Sistem dan kerangka kerja yang diperlukan untuk menerapkan kontrol beban polutan total dijelaskan dalam Bab 3.

Dua hal berikut ini sangat penting dilakukan agar TPLCS dapat berfungsi secara efektif, yaitu:

i) Mengatur dan mengurangi beban buangan polutan secara kuantitatif

TPLCS didasarkan pada konsep di atas. TPLCS harus dijalankan dengan langkah-langkahnya "secara kuantitatif," yang merupakan cara untuk mengurangi dan mengatur beban buangan secara pasti, dan mengarah pada pelestarian dan peningkatan kualitas air di wilayah perairan. Salah satu prinsipnya adalah untuk menetapkan tujuan pengurangan secara kuantitatif dan untuk menilai hasil langkah-langkah pengurangan. Untuk itu, penentuan beban buangan polutan dan kualitas air di wilayah perairan secara kuantitatif dan pengembangan sistem dan kerangka kerja untuk upaya-upaya tersebut diperlukan.

ii) Membuat rencana pengendalian polutan total untuk semua sumber beban polutan dari sudut pandang yang komprehensif dan menerapkan rencana pengurangan dan pengelolaan.

Pada tahap ketika langkah-langkah pengurangan beban buangan yang mendesak diperlukan karena tingginya tingkat pencemaran kualitas air, seperti yang telah dikatakan sebelumnya, daripada menghabiskan waktu untuk menangani semua sumber polusi, kadang-kadang yang menjadi prioritas adalah memulai langkah-langkah terkait sesegera mungkin, dengan memperhatikan sumber yang menyebabkan proporsi beban buangan total yang lebih besar. Namun, untuk melestarikan kualitas air di wilayah perairan, prinsip utamanya adalah menghitung jumlah beban polutan total yang mengalir ke wilayah perairan dan mengatur beban tersebut serta dasar untuk membuat rencana kontrol beban polutan total yang rasional.

## **Bab 2 Prosedur pelaksanaan TPLCS**

Pada bagian ini, akan dijelaskan tentang prosedur dan metode untuk mengimplemetasikan TPLCS dengan mengacu terutama pada prosedur yang diterapkan di Jepang. Penting bagi TPLCS untuk menerapkan prosedur dan metode yang disesuaikan dengan kondisi, praktik, subjek utama, dan kebutuhan masing-masing negara atau wilayah dan mengkaji prosedur dan metode tersebut untuk setiap negara dan wilayah yang didasarkan pada hal-hal dasar.

Di Jepang TPLCS juga telah dikembangkan selama bertahun-tahun, sementara berbagai persoalan, seperti penelitian survei tentang kondisi polusi air, teknologi untuk mengurangi beban buangan, pengukuran kualitas air, mekanisme polusi air, keadaan ekonomi, dan keadaan sosial diselesaikan dan dikoordinasi satu demi satu dalam tahapan-tahapan kecil. TPLCS yang sekarang tidak dibangun pada tahapan awal. Ketika TPLCS diperkenalkan untuk pertama kalinya, bahkan jika semua persoalan tidak dapat diselesaikan sekaligus dalam penerapan TPLCS, penting kiranya untuk memperbanyak pengetahuan dan pengalaman dalam menerapkan TPLCS, memperkenalkannya sedapat mungkin setahap demi setahap, dan merancang berbagai skema dan institusi.

### **2.1 Pengertian beban buangan polutan**

Selanjutnya, pengertian dan konsep beban buangan polutan dapat dijelaskan sebagai berikut.

Setelah beban buangan polutan dihasilkan di sumber polusi, beban polutan diolah di fasilitas pengolahan limbah air kota dan dibuang ke wilayah perairan, termasuk sungai. Dalam proses mengalir menyusuri ke sungai, beban buangan polutan dipengaruhi oleh proses pemurnian alami dan sedimentasi lalu mengalir ke laut dan danau/telaga. Melalui proses-proses ini, beban buangan polutan mengalami perubahan. Oleh karena itu, kita sebaiknya menentukan tahap masing-masing beban buangan total dan, kemudian, baru beralih ke pengkajian. Pengertian istilah-istilah tersebut adalah sebagai berikut.

Sumber polusi: menghasilkan beban polutan.

Kuantitas beban polutan: kuantitas beban buangan polutan yang dihasilkan di masing-masing sumber polusi.

Beban buangan: beban buangan polutan yang dibuang dari sumber polusi ke wilayah perairan (sungai, laut, danau/telaga).

Konsep “rasio pencapaian” dibuat untuk mengevaluasi proses pemurnian polutan dalam proses mengalir menyusuri sungai. Rasio pencapaian merupakan rasio beban buangan polutan yang mencapai titik tertentu di hilir hingga beban buangan polutan yang dibuang ke sungai. Rasio pencapaian ditentukan berdasarkan bagian-bagian sungai dalam pengerjaan yang sebenarnya.

Gambar-gambar di bawah ini mengilustrasikan prosesnya. Gambar 2.1 menunjukkan kasus ketika

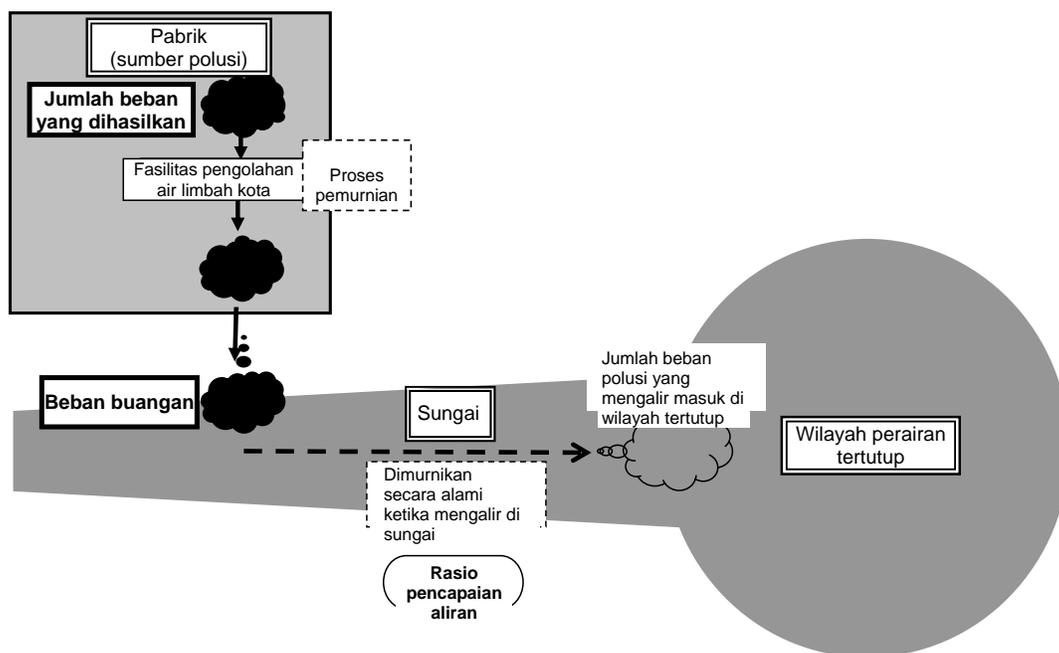
beban polutan dihasilkan di pabrik, dibuang ke sungai setelah dimurnikan di fasilitas pengolahan air limbah kota, dan kemudian mengalir ke wilayah perairan tertutup.

Dalam kasus ini, pabrik merupakan sumber polusi.

Kuantitas beban polutannya adalah kuantitas beban polutan yang dihasilkan dari proses produksi di pabrik.

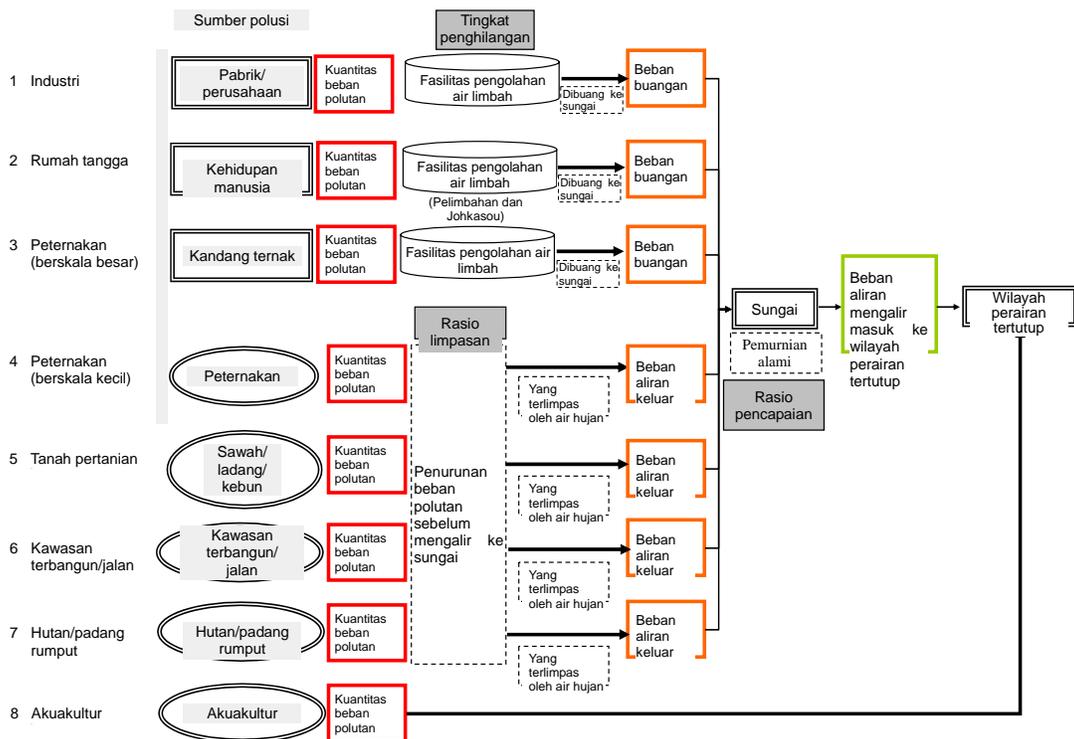
Beban buangnya adalah beban buangan polutan yang dibuang dari pabrik ke sungai. Dalam kasus ini, karena pabrik tersebut memiliki fasilitas pengolahan air limbah dan beban polutannya dihilangkan di fasilitas tersebut, beban buangnya menjadi lebih kecil daripada kuantitas beban polutannya. Jika pabrik tersebut tidak memiliki fasilitas pengolahan limbah dan beban polutannya dibuang sebagaimana adanya, kuantitas beban polutannya akan sama dengan beban buangnya.

“Beban buangan” yang dibuang dimurnikan ketika mengalir menyusuri sungai ke wilayah perairan tertutup dan rasionya dinyatakan dengan konsep “rasio pencapaian.”



Gambar 2.1 Aliran beban polutan dan rasio pencapaian: contoh dari sebuah pabrik

Sumber polusi mencakup pabrik dan pelimbahan rumah tangga, peternakan, dan tanah pertanian, yang semuanya ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Aliran berbagai sumber dan beban polutan

Pada Gambar 2.2, item 1 sampai 3 merupakan sumber titik dan item 4 sampai 8 merupakan sumber bidang.

Untuk ternak yang dipelihara dalam jumlah besar, ternak dapat diurus di kandang ternak. Kandang ternaknya dapat dianggap sebagai sumber polusi. Sebaliknya, dalam peternakan berskala kecil, sejumlah kecil ternak dipelihara di tanah pertanian. Peternakan ini dianggap sebagai sumber bidang karena banyak hewan ternak dipelihara pada bidang tanah. Sering kali, kesulitannya adalah dalam mengidentifikasi masing-masing sumber polusi secara praktis. Sementara itu, item 8, usaha akuakultur dijalankan dengan membangun tempat pembudidayaan di wilayah laut, sehingga kuantitas beban polutan diasumsikan tercampur ke dalam wilayah perairan sebagaimana adanya. Jika usaha akuakultur dijalankan secara terpisah dari wilayah perairan, beban buangan polutan yang terkandung di dalam limbah yang dibuang dari kolam penangkaran ke wilayah perairan dianggap sebagai beban buangan.

Pada Gambar 2.2, istilah “beban buangan” digunakan untuk sumber titik 1 sampai 3, sedangkan istilah “beban aliran keluar” digunakan untuk sumber bidang 4 sampai 8. “Beban aliran keluar” memiliki arti yang sama dengan “beban buangan” dalam pengertian bahwa keduanya merupakan

beban buangan polutan yang mengalir ke sungai. Perbedaannya terletak pada metode pembuangannya; jika drainase dibangun untuk membuang limbah secara langsung untuk item 1 sampai 3, item 4 sampai 8 sering tanpa drainase dan hal ini mengakibatkan air hujan menghanyutkan limbah ke sungai. Dalam teks di bawah ini, keduanya disebut sebagai “beban buangan” jika perbedaan tersebut dalam arti yang ketat tidak memiliki signifikansi. Karena beban polutan dipengaruhi oleh proses penetrasi ke dalam tanah dan proses pemurnian alami, dari proses dihasilkan sampai dibuang, kuantitas beban aliran keluar biasanya menjadi lebih kecil daripada kuantitas beban polutan. Rasio kuantitas beban polutan dan beban aliran keluar disebut dengan “rasio limpasan.”

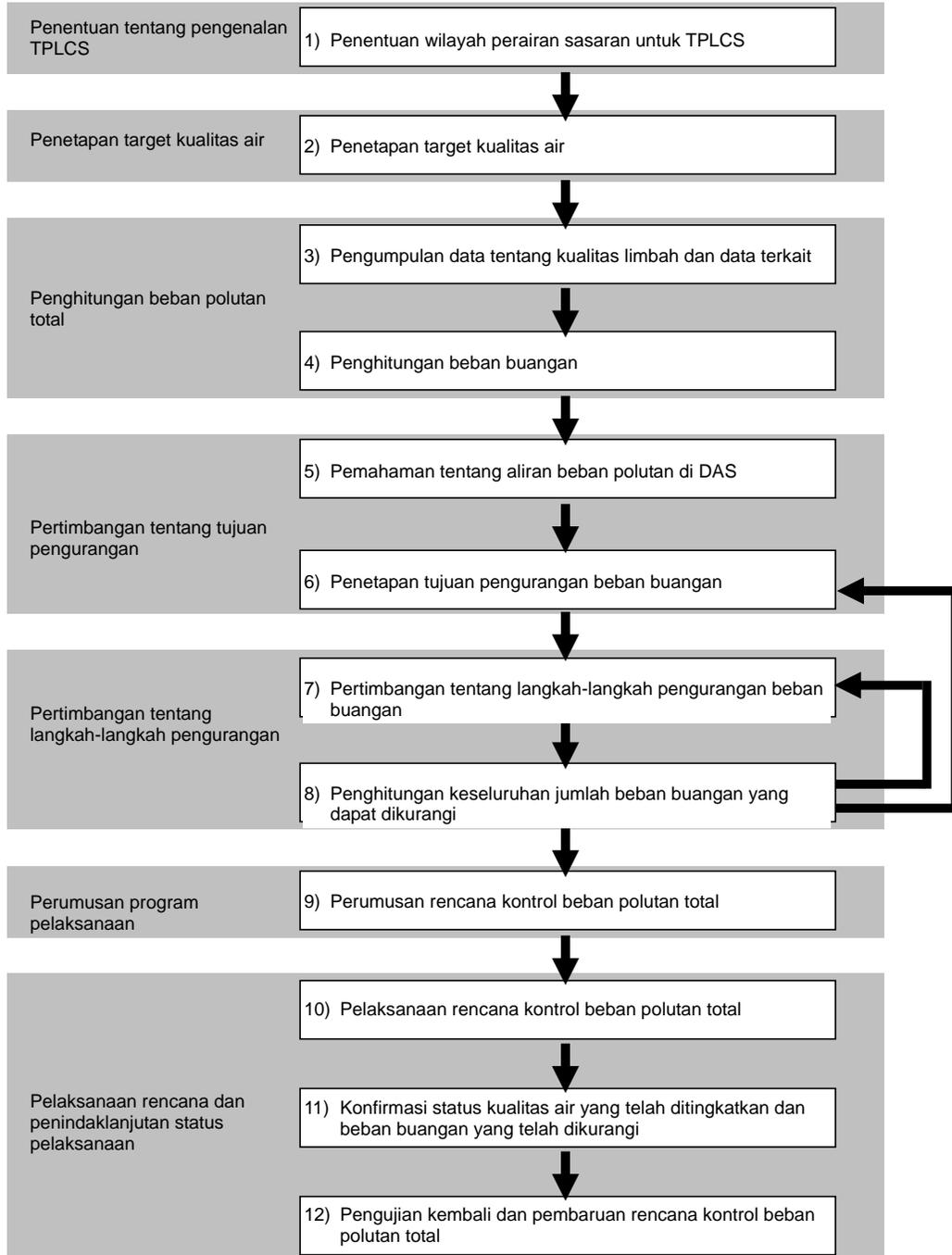
Kuantitas beban yang diatur di dalam TPLCS adalah beban buangan.

## **2.2 Gambaran umum tentang prosedur pelaksanaan**

Gambar 2.3 menunjukkan prosedur penerapan TPLCS.

Gambaran umum tentang prosedur penerapan dimulai dari menyurvei kualitas air di wilayah perairan dan status polusi, menilai status sumber polusi dan kemungkinan adanya perubahan sumber di masa yang akan datang yang disebabkan oleh pertumbuhan ekonomi, dan menilai apakah diperlukan kontrol beban polutan total. Yang kedua, harus ditetapkan juga tujuan yang berkaitan dengan kualitas air untuk wilayah perairan sasaran. Kemudian, beban buangan dihitung dengan menggunakan data hasil pengukuran yang diperlukan untuk penghitungan beban buangan polutan di wilayah sasaran serta data tentang industri dan penggunaan lahan. Setelah menetapkan tanggal target untuk mencapai tujuan yang berkaitan dengan kualitas air, sebaiknya ditetapkan pula tujuan pengaturan beban buangan polutan yang mengalir ke wilayah perairan sebaiknya ditetapkan berdasarkan tujuan kualitas air. Kuantitas pengurangan beban buangan yang diperlukan untuk mencapai tujuan pengaturan sebaiknya juga dikalkulasi. Penanggulangan untuk mencapai kuantitas pengurangan yang diperlukan oleh sumber sebaiknya ditinjau dan kuantitas total yang dapat dikurangi sebaiknya dijumlahkan. Semua informasi ini sebaiknya dikumpulkan dan dirangkum dalam “rencana kontrol beban polutan total“, sebagai rencana penerapan. Langkah-langkah penanggulangan sebaiknya diterapkan berdasarkan rencana kontrol beban polutan total dan rencana tersebut sebaiknya direvisi sesuai dengan kebutuhan melalui pengawasan status pengurangan beban buangan polutan dan peningkatan kualitas air.

Gambar 2.3 menunjukkan 12 langkah secara berurutan. Akan tetapi, langkah-langkah ini tidak dimaksudkan untuk diikuti sesuai urutan yang ditunjukkan, tetapi sebaiknya digunakan sejauh dapat dipraktikkan, sebagai contoh, mengambil beberapa langkah sekaligus, sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 2.3 Proses-proses TPLCS

## 2.3 Prosedur pelaksanaan TPLCS

Di bagian ini, metode pengerjaannya akan dijelaskan langkah demi langkah pada setiap tahap prosedur pelaksanaan TPLCS, berdasarkan metode penerapan di Jepang.

### (1) Penentuan wilayah perairan sasaran untuk TPLCS

Menentukan wilayah perairan tempat TPLCS akan diperkenalkan.

Contoh ketentuan bagi wilayah perairan yang sangat memerlukan pengenalan TPLCS ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Ketentuan bagi wilayah perairan yang sangat memerlukan pengenalan TPLCS

|  |
|--|
| Ketentuan bagi wilayah perairan yang sangat memerlukan pengenalan TPLCS  |
| i) Wilayah perairan yang polusi airnya telah menyebabkan penurunan kondisi lingkungan hidup, kerusakan ekosistem, dan kesulitan penggunaan air.  |
| ii) Wilayah perairan yang lingkungan akuatiknya sangat perlu dilestarikan dan kualitas airnya diperkirakan akan menurun karena kepadatan penduduk dan pembangunan pabrik di masa yang akan datang. |
| iii) Wilayah perairan yang langkah-langkah penanggulangan yang telah diambil, termasuk peraturan tentang konsentrasi limbah, belum membawa manfaat.  |

Untuk menentukan apakah masing-masing wilayah memenuhi ketiga ketentuan ini, diperlukan informasi sebagai berikut.

- i) Status pencemaran kualitas air berdasarkan data hasil pengukuran kualitas air. Suatu penilaian perbandingan dengan Environmental Quality Standards for Water Pollution.
- ii) Tujuan penggunaan air dan rencana penggunaan air untuk wilayah perairan terkait.
- iii) Status kesulitan penggunaan air. Ada/tidaknya, tingkat keparahan rasa/bau air minum yang tidak sedap atau prediksinya di masa yang akan datang, kerusakan daerah penangkapan ikan, penurunan nilai sebagai sumber pariwisata, dan penurunan kondisi lingkungan sekitar.
- iv) Rencana masa depan dan prediksi pertumbuhan penduduk, pembangunan pabrik, dan perkembangan industri.
- v) Status penerapan pengendalian dan pengaturan limbah. Pengaruh peraturan yang ada dalam menjaga kualitas air.

Setelah wilayah perairan sasaran TPLCS ditentukan, TPLCS sebaiknya diterapkan di wilayah yang berhubungan dengan kualitas air di wilayah perairan sasaran tersebut. Wilayah yang berhubungan dengan kualitas air di wilayah perairan sasaran tersebut biasanya dipilih di DAS tempat bermuaranya air.

**Kolom 2: Tanggapan mengenai kasus-kasus yang memerlukan pengenalan TPLCS dengan segera**

Pada kasus-kasus ketika tingkat polusi air tinggi dan beban buangan perlu segera dikurangi atau ketika seluruh wilayah suatu negara mengalami polusi air, seluruh wilayah negara tersebut ditentukan sebagai wilayah sasaran.

Sebagai kemungkinan lain, di beberapa negara, pengidentifikasian DAS yang mengalir ke wilayah perairan sasaran mungkin sulit dilakukan karena kompleksitas jalur aliran sungai atau karakteristik hidrologi. Dalam kasus ini, daerah administratif di DAS tersebut dapat ditentukan sebagai wilayah sasaran TPLCS.

**(2) Penetapan target kualitas air**

Target kualitas air ditentukan menurut tujuan penggunaan air di wilayah perairan sasaran. Jika Standar Kualitas Lingkungan untuk Polusi Air telah ditetapkan, sebaiknya menjadi target kualitas air.

**Kolom 3: Kesesuaian antara Standar Lingkungan untuk Polusi Air (COD, nitrogen total, dan fosfor total) dan tujuan pemanfaatan air di Jepang**

Seperti yang telah dijelaskan pada bagian 1.2 (3), di Jepang, Standar Kualitas Lingkungan untuk Polusi Air untuk COD dan BOD, yang merupakan indikator pencemaran organik, serta untuk nitrogen total dan fosfor total, yang merupakan indikator eutrofikasi di dalam TPLCS, terkandung dalam standar kualitas air lingkungan untuk melestarikan lingkungan hidup dan standar lingkungan terkait yang lainnya telah ditetapkan untuk kategori-kategori yang dibentuk berdasarkan tujuan penggunaan air. Kategori-kategori tersebut dibuat berdasarkan kelayakan untuk penyediaan air kota, penyediaan air industri, atau penyediaan air pertanian, serta pada tingkatan proses pemurnian, jenis-jenis sumber daya akuatik, dan kelayakan untuk digunakan berenang. Tabel 2.2 sampai 2.4 menunjukkan tinjauan yang telah disederhanakan untuk memperjelas hubungan antara tujuan penggunaan air dan standar COD, nitrogen total, dan fosfor total, yang biasanya ditangani di dalam TPLCS, dalam Standar Kualitas Lingkungan untuk Polusi Air di Jepang.

**Tabel 2.2 Standar Kualitas Lingkungan untuk Polusi Air di laut di Jepang (COD, nitrogen total, dan fosfor total)**

| Kategori | Tujuan penggunaan air |  |   | Standar lingkungan     |
|----------|-----------------------|--|---|------------------------|
|          | Industri              | Sumber daya akuatik                                    | Lainnya   | COD                    |
| A        | ↑                     | Ikan kakap merah, ikan ekor kuning, rumput laut coklat | Tamasya, renang   | Tidak lebih dari 2mg/l |
| B        |                       | Striped mullet, laver                                  |   | Tidak lebih dari 3mg/l |
| C        | ↓                     |  | Tidak ada perasaan tidak nyaman dalam kehidupan sehari-hari | Tidak lebih dari 8mg/l |

| Kategori | Tujuan penggunaan air |   |  | Standar lingkungan        |                            |
|----------|-----------------------|---|--|---------------------------|----------------------------|
|          | Industri              | Sumber daya akuatik   | Lainnya  | nitrogen total            | fosfor total               |
| I        | ↑                     | Berbagai organisme akuatik, termasuk ikan demersal dan kerang, ditangkap secara seimbang dan stabil.          | Tamasya, renang  | Tidak lebih dari 0,2mg/l  | Tidak lebih dari 0,02 mg/l |
| II       |                       |   | Renang   | Tidak lebih dari 0,3mg/l  | Tidak lebih dari 0,03 mg/l |
| III      | ↓                     | Kecuali untuk beberapa jenis ikan demersal dan kerang, organisme akuatik yang ditangkap terutama adalah ikan. |  | Tidak lebih dari 0,6 mg/l | Tidak lebih dari 0,05 mg/l |
| IV       |                       | Yang ditangkap terutama organisme akuatik tertentu yang tahan polusi.   | Batas habitat organisme demersal dapat hidup sepanjang tahun | Tidak lebih dari 1mg/l    | Tidak lebih dari 0,09 mg/l |

\* Kategori-kategori wilayah perairan dalam kaitannya dengan nitrogen total dan fosfor total ditentukan untuk wilayah lautan tempat fitoplankton laut kemungkinan meningkat secara signifikan, seperti laut tertutup.

\* Kadar rata-rata harian COD dan kadar rata-rata tahunan nitrogen total dan fosfor total

**Tabel 2.3 Standar Kualitas Lingkungan untuk Polusi Air di danau/telaga di Jepang (COD, nitrogen total, dan fosfor total)**

| Kategori | Tujuan penggunaan air  |   |                     |                            |   | Standar lingkungan     |
|----------|--|---|---------------------|----------------------------|---|------------------------|
|          | Air untuk kota   | Air untuk industri                      | Air untuk pertanian | Sumber daya akuatik        | Lainnya   | COD                    |
| AA       | Proses sederhana, termasuk filtrasi                                | Proses reguler, termasuk sedimentasi    |                     | Ikan salmon kokanee        | Tamasya, renang   | Tidak lebih dari 1mg/l |
| A        | Proses reguler, termasuk sedimentasi dan filtrasi, proses lanjutan |   |                     |                            | Ikan salmon, ikan ayu                                       | Renang                 |
| B        |  |   |                     | Ikan mas, ikan mas crucian |   | Tidak lebih dari 5mg/l |
| C        |  | Proses lanjutan, termasuk injeksi kimia |                     |                            | Tidak ada perasaan tidak nyaman dalam kehidupan sehari-hari | Tidak lebih dari 8mg/l |

| Kategori | Tujuan penggunaan air                             |                    |                     |                            |                                 | Standar lingkungan        |                             |
|----------|---|--------------------|---------------------|----------------------------|---------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
|          | Air untuk kota                                    | Air untuk industri | Air untuk pertanian | Sumber daya akuatik        | Lainnya                         | nitrogen total            | fosfor total                |
| I        | Proses sederhana, proses reguler, proses lanjutan |                    |                     | Ikan salmon, ikan ayu      | Tamasya, renang                 | Tidak lebih dari 0,1mg/l  | Tidak lebih dari 0,005 mg/l |
| II       |   |                    |                     |                            | Renang                          | Tidak lebih dari 0,2mg/l  | Tidak lebih dari 0,01 mg/l  |
| III      | Proses khusus                                     |                    |                     | Ikan smelt danau           |                                 | Tidak lebih dari 0,4mg/l  | Tidak lebih dari 0,03 mg/l  |
| IV       |   |                    |                     |                            |                                 | Tidak lebih dari 0,6 mg/l | Tidak lebih dari 0,05 mg/l  |
| V        |   |                    |                     | Ikan mas, ikan mas crucian | Tidak ada perasaan tidak nyaman | Tidak lebih dari 1mg/l    | Tidak lebih dari 0,1 mg/l   |

|  |  |  |  |  |                             |  |  |
|--|--|--|--|--|-----------------------------|--|--|
|  |  |  |  |  | dalam kehidupan sehari-hari |  |  |
|--|--|--|--|--|-----------------------------|--|--|

\* Kategori-kategori wilayah perairan dalam kaitannya dengan nitrogen total dan fosfor total ditentukan untuk wilayah lautan tempat fitoplankton danau/telaga kemungkinan meningkat secara signifikan. Standar nitrogen total diterapkan pada danau dan telaga yang nitrogen totalnya menyebabkan jumlah fitoplankton danau/telaga tersebut meningkat secara signifikan.

\* Kadar rata-rata harian COD dan kadar rata-rata tahunan nitrogen total dan fosfor total

**Tabel 2.4 Standar Kualitas Lingkungan untuk Polusi Air di sungai di Jepang (BOD)**

| Kategori | Tujuan penggunaan air                         |   |                     |  |   | Standar lingkungan      |
|----------|---|---|---------------------|--|---|-------------------------|
|          | Air untuk kota                                | Air untuk industri                      | Air untuk pertanian | Sumber daya akuatik                              | Lainnya   | BOD                     |
| AA       | Proses sederhana, termasuk filtrasi           | Proses reguler, termasuk sedimentasi    | ↑                   | Ikan salmon air tawar, ikan air tawar pegunungan | Tamasya, renang   | Tidak lebih dari 1mg/l  |
| A        | Proses reguler, termasuk sedimentasi/filtrasi |   |                     |  | Renang  | Tidak lebih dari 2mg/l  |
| B        | Proses lanjutan                               |   |                     | Ikan mas, ikan mas crucian                       |   | Tidak lebih dari 3mg/l  |
| C        |   |   |                     | Ikan mas, ikan mas crucian                       |   | Tidak lebih dari 5mg/l  |
| D        |   | Proses lanjutan, termasuk injeksi kimia |                     |  |   | Tidak lebih dari 8mg/l  |
| E        |   | Proses khusus                           | ↓                   |  | Tidak ada perasaan tidak nyaman dalam kehidupan sehari-hari | Tidak lebih dari 10mg/l |

\* Kadar rata-rata harian BOD

### (3) Pengumpulan data tentang kualitas limbah dan data terkait

TPLCS merupakan sistem kuantitatif dan, karena sistem ini sebaiknya sedapat mungkin diterapkan berdasarkan bukti ilmiah, data terkait perlu dikumpulkan. Data ini dapat diklasifikasikan ke dalam dua kategori utama, yaitu data tentang lingkungan akuatik dan data tentang sumber, yang

digunakan dalam penjelasan di bawah ini. Mungkin ada kasus ketika hanya ada sedikit data yang dapat dikumpulkan pada tahap awal, tetapi penyesuaian kerangka kerja untuk mengumpulkan data dan untuk meningkatkan presisinya sedikit demi sedikit dalam proses penerapan TPLCS penting untuk dilakukan.

i) Pengumpulan data yang berhubungan dengan lingkungan akuatik

Untuk menilai secara kuantitatif status polusi air di wilayah perairan dan menganalisis hubungan antar jalur aliran polutan, beban aliran masuk yang mengalir ke wilayah perairan, dan kualitas air di wilayah perairan sasaran, sebaiknya dikumpulkan data tentang kualitas dan kuantitas wilayah perairan sasaran dan sungai atau danau/telaga terkait. Karena materi yang ada mungkin tidak dapat menyediakan data yang memadai, sedapat mungkin kualitas air diukur untuk memperoleh data yang memadai dan penghitungannya sebaiknya dilakukan dengan menggunakan data yang dikumpulkan.

Untuk analisis mengenai lingkungan akuatik di wilayah perairan, selain data tentang kualitas air, data berikut sebaiknya dikumpulkan dan digunakan dalam analisis.

- Peta topografis wilayah sekitarnya.
- Kondisi iklim (curah hujan, jumlah radiasi matahari, suhu, arah angin, kecepatan angin, kelembaban).
- Peta sistem drainase, waduk dan bendungan, lokasi pipa air utama. Status saluran air dan saluran limbah.
- Status saat ini dan kecenderungan penggunaan air di masa yang akan datang (air minum, air untuk industri, air untuk pertanian).
- Kedalaman air, ciri-ciri topografis, tingkat pasang surut, arus pasang surut, suhu air, salinitas.
- Status ekosistem, termasuk binatang dan tumbuh-tumbuhan.

ii) Pengumpulan data yang berhubungan dengan sumber beban polutan

Dalam TPLCS, perlu dilakukan penghitungan beban buangan berdasarkan data yang akurat sebanyak mungkin. Oleh karena itu, sebaiknya dikumpulkan data tentang sumber beban polutan.

Namun, karena bahan yang ada mungkin tidak dapat menyediakan berbagai data, data sebaiknya sedapat mungkin diperoleh dengan mengukur kualitas air limbah dan beban buangan sebaiknya dihitung dengan menggunakan sebanyak mungkin data yang dikumpulkan untuk memperoleh kondisi aktual yang paling akurat dalam sebuah situasi tertentu. Mungkin ada kasus-kasus ketika hanya ada sedikit data yang dapat dikumpulkan pada tahap awal, tetapi penyesuaian kerangka kerja untuk mengumpulkan data dan untuk meningkatkan presisinya sedikit demi sedikit dalam proses penerapan TPLCS penting untuk dilakukan. Tabel 2.5 merangkum data yang perlu dikumpulkan.

Tabel 2.5 Data yang perlu dikumpulkan untuk menghitung beban buangan

| Sumber beban polutan |                                | Data yang perlu dikumpulkan  |   |
|----------------------|--------------------------------|--|---|
| i) Industri          |                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Konsentrasi dan kuantitas limbah dari pabrik dan perusahaan</li> </ul>  | <p>Jika data yang ditunjukkan dalam kolom di sebelah kiri ini tidak ada, survei hal-hal berikut dan lakukan penghitungan perkiraan.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kuantitas air untuk industri yang digunakan</li> <li>Jenis, jumlah produksi, dan jumlah produk yang dijual</li> <li>Jumlah karyawan</li> <li>Jenis dan jumlah bahan mentah yang digunakan</li> <li>Proses produksi</li> <li>Lainnya, data terkait sektor tertentu</li> <li>Ada/tidaknya fasilitas pengolahan air limbah kota. Jika sudah dibangun, jenis, kapasitas, dan penggunaannya.</li> </ul> |
|                      | ii) Rumah tangga               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Populasi penduduk</li> <li>Status diseminasi fasilitas pengolahan limbah rumah tangga (sambungan ke sistem pembuangan limbah, penduduk yang menggunakan metode pengolahan dengan Johkasou, dan penduduk yang dilibatkan jika feses dikumpulkan dan diolah)</li> <li>Jumlah turis</li> </ul> |   |
|                      | Sistem pengolahan limbah akhir | <ul style="list-style-type: none"> <li>Penduduk yang ditangani oleh fasilitas pengolahan</li> <li>Konsentrasi dan kuantitas buangan limbah yang diolah</li> <li>Metode pengolahan endapan</li> </ul>   |   |
|                      | Johkasou                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Penduduk yang ditangani oleh fasilitas pengolahan</li> <li>Konsentrasi dan kuantitas buangan limbah yang diolah</li> <li>Metode pengolahan air limbah</li> </ul>  | <p>Jika data yang ditunjukkan dalam kolom di sebelah kiri ini tidak ada, survei hal-hal berikut dan lakukan penghitungan perkiraan.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Metode pengolahan air limbah</li> <li>Skala Johkasou (jumlah orang yang ditangani)</li> </ul>  |
| iii) Peternakan      | Kandang berukuran besar        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Konsentrasi dan kuantitas buangan dari kandang ternak</li> </ul>  | <p>Jika data yang ditunjukkan dalam kolom di sebelah kiri ini tidak ada, survei hal-hal berikut dan lakukan penghitungan perkiraan.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Spesies hewan ternak</li> <li>Jumlah hewan ternak yang dipelihara</li> <li>Ada/tidaknya fasilitas pengolahan air limbah kota. Jika sudah dibangun, jenis, kapasitas, dan penggunaannya.</li> </ul>   |
|                      | Kandang berukuran              | <p>Karena kandang-kandang yang berukuran kecil dianggap sebagai sumber bidang dan pengukuran di sumber polusi sulit dilakukan, survei hal-hal</p>  |   |

|                      |       |  |
|----------------------|-------|--|
|                      | kecil | berikut untuk melakukan penghitungan perkiraan.<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Spesies dan jumlah hewan ternak yang dipelihara di setiap daerah</li> </ul>  |
| iv) Tanah pertanian  |       | Karena ini dianggap sebagai sumber bidang dan pengukuran di sumber polusi sulit dilakukan, survei hal-hal berikut untuk melakukan penghitungan perkiraan.<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Luas tanah pertanian (ukuran luas menurut jenis, seperti sawah, ladang, atau kebun.)</li> <li>• Jumlah pupuk yang digunakan</li> </ul> |
| v) Kawasan terbangun |       | Karena kawasan ini dianggap sebagai sumber bidang dan pengukuran di sumber polusi sulit dilakukan, survei hal-hal berikut untuk melakukan penghitungan perkiraan.<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Luas kawasan terbangun</li> </ul>  |
| vi) Hutan            |       | Karena wilayah ini dianggap sebagai sumber bidang dan pengukuran di sumber polusi sulit dilakukan, survei hal-hal berikut untuk melakukan penghitungan perkiraan.<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Luas hutan dan padang rumput</li> </ul>  |
| vii) Akuakultur      |       | Karena wilayah ini dianggap sebagai sumber bidang dan pengukuran di sumber polusi sulit dilakukan, survei hal-hal berikut untuk melakukan penghitungan perkiraan.<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Spesies, jumlah, dan kuantitas ikan, termasuk udang, hasil budidaya yang dijual.</li> <li>• Volume pemberian pakan</li> </ul>  |

#### (4) Penghitungan beban buangan

Hitung beban polutan untuk masing-masing sumber polusi: industri, rumah tangga, peternakan tanah pertanian, kawasan terbangun, hutan, dan akuakultur.

Beban polutan di sumber polusi akan dihitung, pada dasarnya, dan diperkirakan dari kualitas dan kuantitas limbah. Jika data terkait tidak ada, beban buangan polutan per unit, seperti jumlah hewan ternak atau luas tanah pertanian, sebagai unit dasar, sebaiknya ditentukan dan penghitungan perkiraan (yang disebut dengan “metode rasio”) sebaiknya dilakukan.

Di wilayah tempat TPLCS diterapkan di Jepang, karena pabrik dan perusahaan dengan kuantitas limbah tidak kurang dari 50m<sup>3</sup>/hari diatur menurut Standar Kontrol Beban Polutan Total, pabrik dan perusahaan tersebut diwajibkan untuk mengukur kualitas dan kuantitas limbah mereka. Untuk perusahaan berskala kecil dengan kuantitas limbah di bawah 50m<sup>3</sup>/hari dan sektor usaha yang tidak diatur, karena entitas bisnis tersebut tidak diwajibkan untuk mengukur data terkait dan, sebagai akibatnya, tidak ada data yang tersedia, kualitas dan kuantitas limbahnya dihitung dengan menggunakan metode rasio. Untuk sektor rumah tangga, beban buangan harus diukur di fasilitas pengolahan limbah, Johkasou yang berukuran besar, dan fasilitas pengolahan feses. Karena, di Johkasou yang berukuran kecil, pengukuran data-data ini tidak wajib dilakukan dan tidak ada data yang tersedia, beban buangannya juga dihitung dengan menggunakan metode rasio.

Untuk peternakan, karena kandang ternak yang berukuran besar diatur menurut Standar Kontrol

Beban Polutan Total, beban buangnya harus diukur. Karena data ini tidak perlu diukur di kandang ternak yang berukuran kecil dan tidak ada data yang tersedia, beban buangnya dihitung dengan menggunakan metode rasio (lihat Tabel 2.6).

Rincian perhitungannya dijelaskan dalam Bahan Referensi 2.

**Kolom 4: Contoh tanggapan ketika nilai ukuran sebenarnya yang dilaporkan oleh pabrik dan perusahaan tidak dapat dipercaya**

Jika data hasil pengukuran aktual berdasarkan apa yang dinyatakan oleh pabrik dan perusahaan dan jika data tersebut tidak dapat dipercaya karena manajemen pengawasan administrasinya tidak memadai, dari sudut pandang penghitungan secara cermat, penting sekali bahwa estimasi data dapat dilakukan dengan menggunakan metode rasio untuk menegaskan kredibilitas data hasil pengukuran secara aktual, yang metode penghitungannya ditemukan pada kasus-kasus aktual. Dalam hal ini, pabrik dan perusahaan, yang data hasil pengukuran aktualnya sangat berbeda dibandingkan dengan nilai yang dihitung menggunakan metode rasio, sebaiknya diperiksa dengan cermat dan dilakukan pengukuran ulang kasus demi kasus.

Tabel 2.6 Metode penghitungan beban buangan polutan oleh sumber penghasil polutan di Jepang

|   |  |   |   | Diukur pada lokasi usaha   | Metode rasio |  |
|---|--|---|---|--|--------------|--|
| Industri  | Pabrik/perusahaan  | Target kontrol beban polutan total                                | Dengan kuantitas limbah tidak kurang dari 50m <sup>3</sup> /hari  | ○  |              |  |
|   |  | Nontarget kontrol beban polutan total                             | Dengan kuantitas limbah kurang dari 50m <sup>3</sup> /hari<br>Sektor bisnis nontarget   |  | ○            |  |
|   | Fasilitas pengolahan air limbah untuk limbah industri                  |   |   | ○  |              |  |
|   | Fasilitas pengolahan limbah  |   |   | ○  |              |  |
| Rumah tangga  | Johkasou   | Mengolah limbah yang dihasilkan oleh pabrik/perusahaan dan kantor | Johkasou untuk lebih dari 501 orang   | ○  |              |  |
|   |  |   | Johkasou untuk lebih dari 201 orang   | Dengan kuantitas limbah tidak kurang dari 50m <sup>3</sup> /hari | ○            |  |
|   |  |   | Johkasou untuk kurang dari 50m <sup>3</sup> /hari   |  | ○            |  |
|   |  | Johkasou untuk tidak lebih dari 200 orang                         |   | ○  |              |  |
|   | Mengolah limbah rumah tangga yang dihasilkan dari permukiman           | Johkasou untuk lebih dari 501 orang                               |   | ○  |              |  |
|   |  | Johkasou untuk lebih dari 201 orang                               | Dengan kuantitas limbah tidak kurang dari 50m <sup>3</sup> /hari  | ○  |              |  |
|   |  | Johkasou untuk kurang dari 50m <sup>3</sup> /hari                 |   |  | ○            |  |
| Johkasou untuk tidak lebih dari 200 orang   |  |   |   | ○  |              |  |
| Fasilitas pengolahan feses (fasilitas yang mengumpulkan dan memproses feses dari toilet dip-up secara terpusat) |  |   | ○   |  |              |  |
| Air limbah rumah tangga yang tidak diolah   |  |   |   | ○  |              |  |
| Peternakan  | Kandang ternak sasaran yang ditangani oleh kontrol beban polutan total | Sapi  | Dengan kuantitas limbah tidak kurang dari 50m <sup>3</sup> /hari dan luas kandang sapinya tidak kurang dari 200m <sup>2</sup> | ○  |              |  |
|   |  | Kuda  | Dengan kuantitas limbah tidak kurang dari 50m <sup>3</sup> /hari dan luas kandang kudanya tidak kurang dari 500m <sup>2</sup> | ○  |              |  |
|   |  | Babi  | Dengan kuantitas limbah tidak kurang dari 50m <sup>3</sup> /hari dan luas kandang babinya tidak kurang dari 50m <sup>2</sup>  | ○  |              |  |
|   | Nontarget kontrol beban polutan total                                  |   |   |  | ○            |  |
| Fasilitas pengolahan air limbah untuk limbah peternakan   |  |   | ○   |  |              |  |
| Tanah   | Sawah  |   |   |  | ○            |  |

|            |                     |  |   |
|------------|---------------------|--|---|
| pertanian  | Ladang/kebun        |  | ○ |
| Lahan      | Hutan               |  | ○ |
| lainnya    | Lahan lainnya       |  | ○ |
| Akuakultur | Permukaan laut      |  | ○ |
|            | Permukaan air tawar |  | ○ |

### (5) Pemahaman tentang aliran beban polutan di Daerah Aliran Sungai

Beban buangan dimurnikan secara alami selama mengalir menyusuri saluran air dan sungai sampai ke wilayah perairan dan kuantitas beban juga berubah dengan adanya proses pemurnian alami di laut dan danau/telaga. Oleh karena itu, bagian ini menganalisis bagaimana beban buangan polutan berubah ketika mengalir dengan menelusuri jalur alirannya dan mekanisme variasi, pemurnian, dan akumulasinya. Mekanisme perubahan beban polutan di wilayah perairan ini rumit dan analisis yang tepat sulit untuk dilakukan, tetapi langkah-langkah berikut dapat diikuti dalam praktiknya.

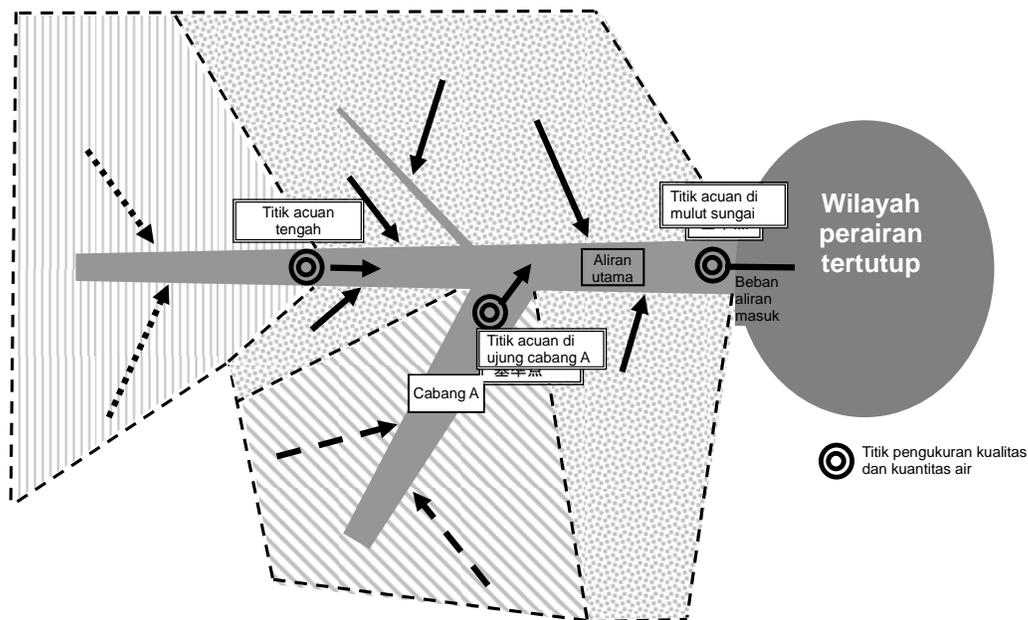
#### i) Memahami daerah tangkapan air (DTA) dan sistem sungai

Buat peta DAS untuk masing-masing wilayah yang mengacu pada peta sistem air dan pahami bagaimana limbah dari sumber polusi mengikuti jalur yang ada untuk sampai ke danau/telaga dan laut.

#### ii) Menghitung rasio pencapaian

Beban buangan dimurnikan secara alami dalam proses alirannya ke wilayah perairan. Untuk menghitung kemampuan pemurnian, rasio pencapaian harus dihitung.

Konsep rasio pencapaian dijelaskan pada bagian 2.1. Rasio pencapaian adalah rasio beban buangan dengan beban aliran masuk. Di bagian ini, hasil penghitungan di bagian 2.3 (4) digunakan untuk beban buangan dan beban aliran masuk dihitung dari volume aliran sungai dengan data kualitas air yang diperoleh dari pengukuran yang sebenarnya. Rasio pencapaian dihitung dengan cara membagi sungai menjadi beberapa bagian, jika sungainya panjang atau jika kondisi tepi dan dasar sungainya berubah secara signifikan. Jika sistem sungai mempunyai peran penting dalam hal pemanfaatan air, seperti sebagai sumber pengambilan air, titik-titiknya dapat berupa titik putus. Untuk anak sungai yang besar, titik yang lain dapat digunakan sebagai titik putus. Contoh-contoh ini ditunjukkan pada Gambar 2.4 dan, dalam semua kasus ini, sistem airnya perlu diketahui.

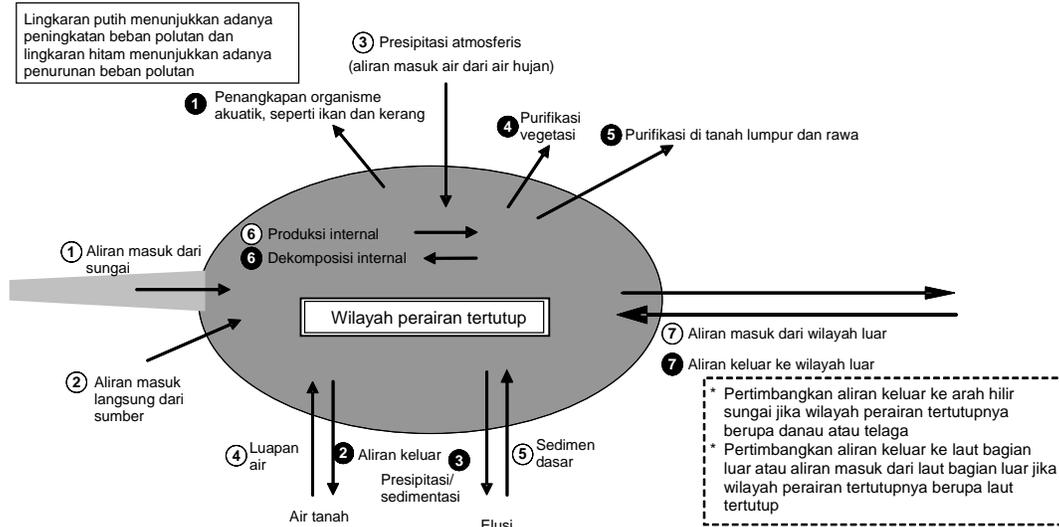


Dalam contoh ini, titik pengukuran ditentukan di mulut aliran utama dan kualitas dan kuantitas airnya diukur. Selain itu, pengukuran juga dilakukan di titik acuan tengah yang ada di antara ujung cabang A (pada titik pertemuan dengan aliran utama) dan aliran utama. Dalam kasus ini, rasio pencapaian di atas (ke arah hulu) titik acuan tengah dihitung dari jumlah beban buangan (garis putus-putus berpanah) di atas titik acuan tengah dan beban buangan polutan di titik acuan tengah. Dengan cara yang sama, dihitung rasio pencapaian di cabang A. Untuk aliran utama di bawah (ke arah muara) titik acuan tengah, rasio pencapaian dapat dihitung dengan cara menjumlah beban buangan yang dibuang di titik tersebut (garis padat berpanah), beban buangan polutan (yang diukur di titik acuan tengah) yang mengalir dari titik acuan tengah, dan beban buangan polutan (yang diukur di ujung cabang A) yang mengalir dari cabang A dan menemukan perbandingan beban buangan polutannya di mulut sungai.

Gambar 2.4 Diagram pola DAS dan titik pengukuran

iii) Analisis variasi beban buangan polutan di wilayah perairan tertutup

Untuk memperjelas hubungan antara beban aliran masuk yang mengalir ke wilayah perairan tertutup laut atau danau/telaga dan kualitas air di wilayah perairan tertutup, langkah berikutnya adalah menganalisis kondisi yang membentuk faktor variasi yang terjadi di laut atau danau/telaga dengan menggunakan model seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Faktor utama yang menyebabkan variasi beban polutan di wilayah perairan tertutup

Pemodelannya dapat dilakukan dengan dua cara berikut:

- a) Sebuah metode untuk memodelkan hubungan sebab-akibat dalam mekanisme yang menyebabkan adanya variasi beban polutan setepat mungkin dan merumuskan rumusan analitis yang mengungkapkan fenomena yang ada dengan cara mengombinasikan model-model ini.
- b) Sebuah metode untuk menemukan kesesuaian antara masukan dan keluaran beban buangan polutan secara statistis. Sebagai contoh, metode ini dapat menemukan kesesuaian dari statistik jumlah beban aliran masuk dan jumlah beban aliran keluar dari wilayah perairan tertutup.

Dalam metode a), karena jumlah rumus dan koefisien yang digunakan dalam model tersebut bertambah seiring dengan kompleksitas data terkait, tindakan yang diperlukan adalah melakukan survei untuk menyediakan data yang akurat dan memverifikasi model tersebut. Karena fenomena-fenomena yang terjadi di laut dan danau/telaga cukup rumit dan pemodelan secara rinci sulit dilakukan, upaya analisa yang sedalam mungkin penting untuk dilakukan dengan memperhatikan kualitas air di wilayah perairan terkait. Secara umum, tujuannya adalah, pertama, untuk menerapkan model yang sederhana dan, selanjutnya, tahap demi tahap, untuk mempertimbangkan model yang lebih rumit, sesuai kebutuhan. Dalam beberapa tahun terakhir, berkat perkembangan teknologi simulasi komputer, simulasi komputer kadang-kadang juga dipakai dan digunakan sebagai bahan referensi di Jepang.

Pada saat pengenalan, tindakan-tindakan yang diperlukan adalah memahami sejauh mungkin status saat ini terlebih dahulu dengan mempertimbangkan berbagai data yang tersedia dan untuk melanjutkan ke analisis berikutnya. Syaratnya adalah mengumpulkan data tentang kualitas air di wilayah perairan ketika menerapkan kontrol beban polutan total dan, secara berangsur-angsur, memperdalam pemahaman tentang wilayah perairan tersebut.

Hal ini tergantung pada sejauh mana model yang telah dibuat di atas mencerminkan fenomena-fenomena yang ada dengan benar, tetapi, secara umum, a) akan menjadi metode yang relatif rumit. Meskipun b) merupakan metode yang relatif sederhana, tetapi karena berusaha untuk menyimpulkan korelasi dengan mengesampingkan pemahaman tentang mekanisme yang terjadi dalam wilayah perairan, penerapan metode a) semaksimal mungkin perlu dilakukan.

#### **(6) Penetapan tujuan pengurangan beban buangan**

Tujuan pengurangan beban buangan total dan tanggal target pencapaian tujuan tersebut sebaiknya ditetapkan.

Tanggal target pencapaian tujuan tersebut sebaiknya ditentukan berdasarkan jangka waktu yang diperlukan untuk menerapkan langkah-langkah pengurangan dan urgensi untuk meningkatkan kualitas air di wilayah perairan terkait. Karena tujuan pengurangan dan prasyarat rencana kontrol beban polutan total akan berubah-ubah seiring dengan perubahan kondisi eksternal yang signifikan, seperti perkembangan teknologi dan lingkungan sosio-ekonomi, penetapan tanggal target yang terlalu jauh ke depan sebaiknya dihindari. Secara umum, tiga sampai lima tahun ke depan akan dianggap cukup. Di Jepang, tanggal target ditetapkan setiap lima tahun sekali dan Cina menetapkan tujuan kontrol beban polutan total berdasarkan Rencana Lima Tahunan. Alternatifnya, tujuan menengah dapat ditetapkan pada waktu jangka menengah yang ditentukan untuk memastikan pencapaian tujuan tersebut.

Tentang cara menetapkan tujuan pengurangan, jumlah pengurangan yang diperlukan sebaiknya ditetapkan sebagai tujuan pengurangan untuk mencapai tujuan yang berkaitan dengan kualitas air yang didasarkan pada pendekatan atas-bawah. Jika tujuan pengurangan tersebut sulit untuk dipecahkan karena kondisi teknologi, ekonomi, dan ekologi saat ini, salah satu pendekatan yang baik adalah menetapkan tujuan yang dapat dicapai dengan mempertimbangkan kondisi pada saat ini dan menaikkan patokan pengurangan secara bertahap menuju target peningkatan kualitas air.

Untuk menetapkan tujuan untuk mencapai tujuan peningkatan kualitas air yang didasarkan pada pendekatan atas-bawah, langkah selanjutnya adalah menghitung beban aliran masuk yang diperbolehkan dari tujuan akhir yang berkaitan dengan kualitas air dengan menggunakan rasio pencapaian dan analisis variasi beban buangan polutan di wilayah perairan tertutup yang dihitung di bagian (5) di atas dan menetapkan beban ini sebagai tujuan pengurangan.

Sebelum menetapkan tujuan pengurangan, harus dibuat perkiraan tentang adanya peningkatan

beban buangan polutan sampai tanggal target. Di negara-negara dengan tingkat perindustrian dan perekonomian yang maju, karena pembangunan pabrik baru dan pertumbuhan penduduk diperkirakan akan terjadi, tindakan yang diperlukan adalah mempertimbangkan jumlah pengurangan yang diperlukan untuk sumber polusi yang ada dengan adanya peningkatan beban buangan polutan yang disebabkan oleh adanya sumber polusi baru.

Tujuan yang dapat dicapai sebaiknya ditetapkan dengan cara menjumlahkan kinerja pengolahan air limbah di pabrik dan perusahaan, jumlah yang dapat dikurangi dengan pengolahan lanjutan dengan bantuan teknologi, dan jumlah yang dapat dikurangi dengan rencana pembangunan sistem pembuangan sampah yang baru.

#### **(7) Pertimbangan tentang langkah-langkah pengurangan beban buangan**

Langkah-langkah pengurangan sebaiknya dipertimbangkan untuk masing-masing jenis sumber.

##### **i) Langkah-langkah untuk sumber industri**

TPLCS mengatur jumlah beban buangan total.

Pabrik dan perusahaan berupaya untuk mengurangi beban buangan dengan membangun dan memperkuat fasilitas pengolahan air limbah kota dan dengan mengganti proses produksi dan bahan mentah untuk memenuhi Standar Kontrol Beban Polutan Total. Untuk memastikan bahwa pabrik dan perusahaan telah menerapkan langkah-langkah ini, badan-badan pemerintahan perlu memberikan petunjuk teknis yang spesifik dan menjatuhkan hukuman administratif dan pidana jika standar tersebut tidak dipenuhi.

Selain itu, ketika kontrol beban polutan total telah diterapkan pada beban buangan, upaya-upaya secara paralel akan diperlukan untuk memastikan kepatuhan terhadap standar regulasi beban buangan tertentu. Selain petunjuk teknis dan manajemen pengawasan yang dilakukan oleh badan-badan pemerintahan tersebut, langkah yang mungkin dilakukan dapat berupa dukungan tambahan, seperti pinjaman pembiayaan dengan suku bunga rendah untuk mendanai pembangunan fasilitas pengolahan air limbah kota dan pelarangan sosial terhadap organisasi komersial. Berbagai langkah dapat ditempuh untuk memastikan bahwa pabrik dan perusahaan dapat mematuhi standar tersebut. Penting sekali menggabungkan langkah-langkah ini sesuai dengan kondisi masing-masing negara dan pengupayaan strategi pembangunan yang komprehensif. Bagian 3.3 dan 3.4 menjelaskan tentang sarana pencapaian tujuan, termasuk kasus-kasus aktual di Jepang.

“Standar Kontrol Beban Polutan Total” Jepang ditunjukkan di Bahan Referensi 3.

##### **ii) Langkah-langkah untuk sumber rumah tangga**

Menyangkut langkah-langkah untuk sumber rumah tangga, hendaknya diupayakan adanya pengolahan limbah rumah tangga dengan cara membangun sistem pembuangan limbah dan

memajukan sistem pengolahan limbah.

Sistem pembuangan limbah dibangun terutama di wilayah perkotaan yang berpenduduk padat. Di desa-desa pertanian dan di daerah pemukiman tempat penduduk tinggal secara kolektif, sebaiknya digunakan pendekatan pembangunan sistem pembuangan sampah berskala kecil dan pengolahan air limbah dengan pengolahan terpusat. Jika rumah-rumahnya saling berjauhan, pemasangan Johkasou di masing-masing rumah merupakan solusinya.

Penggalakan pengolahan limbah rumah tangga perlu diupayakan sesuai dengan rencana. Di Jepang, rencana lima tahunan untuk proyek peningkatan penanganan limbah dimulai dari sistem pembuangan limbah pada tahun 1963. Di kota, tergantung persebaran tempat tinggal, sistem pembuangan limbah sebaiknya digunakan untuk daerah yang luas, sistem pembuangan limbah yang berukuran kecil dan Johkasou tertentu, dan rencana untuk mengolah limbah rumah tangga telah dikembangkan. Sistem pembuangan limbah mengumpulkan air limbah melalui saluran dan menyediakan pengolahan secara terpusat yang efisien, tetapi sistem pembuangan limbah ini tidak ekonomis untuk daerah yang kepadatan penduduknya rendah, karena jarak pemasangan saluran cenderung lebih panjang di daerah tersebut. Oleh karena itu, akan lebih efisien jika menggunakan metode pengolahan limbah rumah tangga yang cocok untuk masing-masing kondisi daerah dan masing-masing daerah telah memilih metode pengolahan yang efisien, dengan mempertimbangkan populasi, kepadatan penduduk, persebaran tempat tinggal di daerah-daerah tersebut. Rumusan rencana pengolahan limbah rumah tangga dijelaskan di bagian 3.5.

Endapan yang terkumpul di fasilitas pengolahan limbah dan Johkasou membutuhkan pengolahan. Jika endapan tersebut dibiarkan tanpa diolah, endapan tersebut bisa mengalir ke wilayah perairan ketika hujan turun dan dapat menyebabkan polusi sekunder. Metode pengolahan endapan mencakup pengeringan/pembakaran dan pengomposan. Status pengolahan endapan Jepang saat ini dijelaskan di Bahan Referensi 5.

Jumlah pengurangan beban buangan rumah tangga dihitung berdasarkan rencana diseminasi sistem pembuangan limbah/Johkasou dan rencana peningkatan pengolahan air limbah, dengan mempertimbangkan adanya perubahan populasi yang ditangani oleh sistem pembuangan limbah/Johkasou atau perubahan rasio pengolahan fasilitas pengolahan air limbah.

### iii) Langkah-langkah untuk sumber peternakan

Penting sekali bahwa langkah-langkah untuk peternakan dapat mengoptimalkan tempat pembuangan feses ternak, yang merupakan salah satu sumber utama..

Kandang ternak yang besar sebaiknya ditangani dengan kontrol beban polutan total dan pengendalian limbah. Untuk kandang ternak yang kecil, mengingat adanya kecenderungan ke arah sentralisasi dan perbesaran ukuran seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan sosial, para pemilik peternakan diminta untuk memasang fasilitas pemurnian sebagai langkah-langkah individual.

iv) Langkah-langkah untuk sumber tanah pertanian

Langkah-langkah untuk tanah pertanian hendaknya dapat mengurangi aliran masuk unsur hara, yang merupakan senyawa nitrogen dan fosfor, melalui penggunaan pupuk yang tepat. Namun, karena jumlah pupuk yang digunakan mempunyai pengaruh yang besar terhadap hasil pertanian, perlu dipelajari berapa jumlah yang mencukupi agar pengaruh pengurangan pupuk dan hasil pertanian sama-sama menguntungkan.

Untuk sawah, yang direkomendasikan adalah penerapan “irigasi sirkulasi,” yang dengan sistem ini limbah dari sawah yang mengandung banyak beban buangan disirkulasikan dan digunakan kembali.

v) Langkah-langkah untuk kawasan terbangun

Beban dari sumber polusi mengalir ke wilayah perairan bersama dengan air hujan. Oleh karena itu, langkah-langkah yang terkait mencakup mencegah polutan yang terakumulasi di tanah atau di atap bangunan mengalir keluar, menghilangkan polutan, dan mengontrol limbah.

Untuk mencegah polutan yang terakumulasi agar tidak mengalir keluar dan menghilangkannya, tindakan-tindakan yang mungkin dilakukan adalah melarang pembuangan limbah, mengumpulkan dan mengolah limbah, dan membersihkan permukaan jalan dan selokan di sisi jalan.

Untuk pengendalian limbah, dimungkinkan adanya pembangunan fasilitas serapan air hujan, seperti wadah serapan air hujan dan saluran serapan, atau fasilitas pengolahan/penampungan air hujan.

vi) Langkah-langkah untuk hutan

Langkah-langkahnya meliputi peningkatan manajemen hutan, pengendalian erosi dan sedimen, dan pencegahan pembuangan limbah dan sampah ilegal.

**(8) Penghitungan keseluruhan jumlah yang dapat dikurangi**

Jumlah pengurangan beban buangan melalui langkah-langkah pengurangan yang dijelaskan di bagian (7) sebaiknya ditotal. Kemudian, nilai agregat tersebut sebaiknya dibandingkan dengan tujuan pengurangan beban polutan total. Perlu diperiksa apakah nilai tersebut memenuhi tujuan pengurangan atau tidak.

Jika nilai agregat tersebut memenuhi tujuan pengurangan, langkah selanjutnya adalah untuk menentukan apakah akan menerapkan langkah terkait atau prioritas penerapan, dengan menilai periode penerapan, kemudahan penerapan, dan biaya yang diperlukan untuk masing-masing langkah.

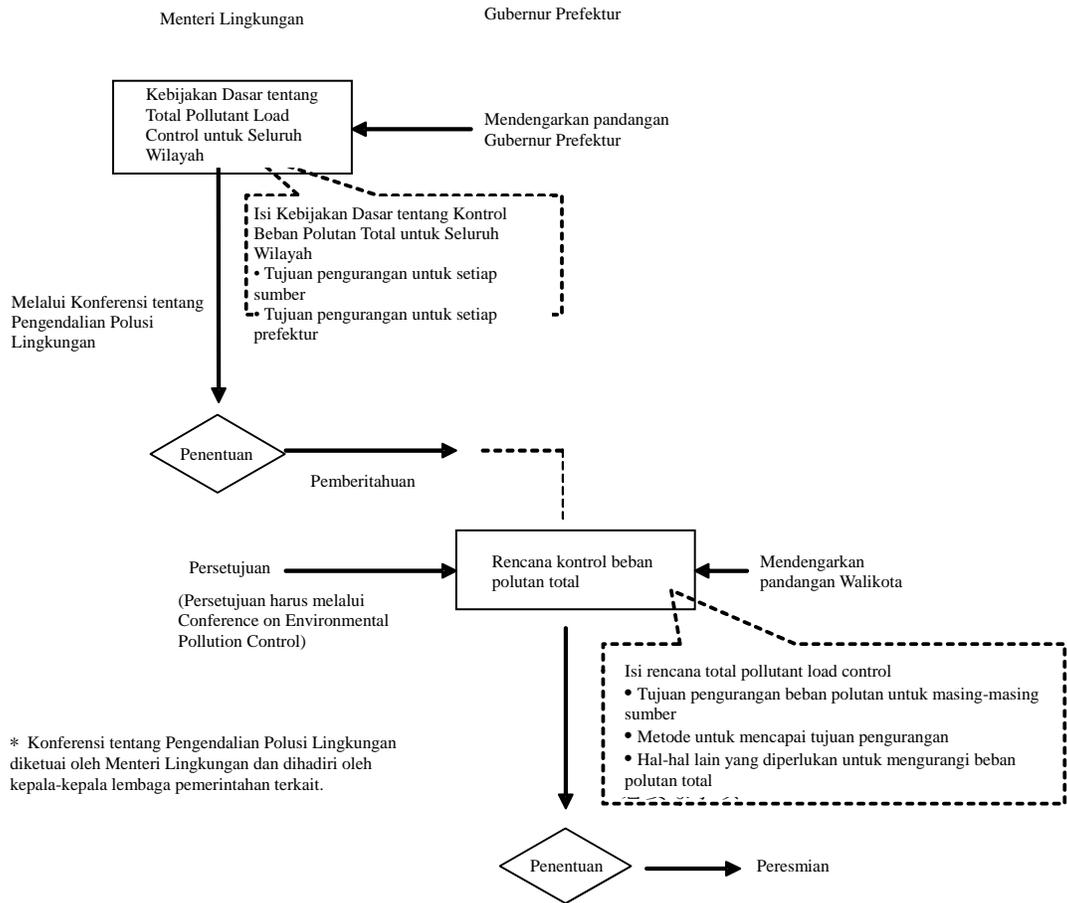
Jika tujuan pengurangan tidak terpenuhi, tindakan-tindakan yang diperlukan adalah untuk meninjau langkah-langkah pengurangan dan menambahkan langkah-langkah pengurangan yang lebih jauh. Jika langkah-langkah yang telah direvisi masih belum dapat memenuhi tujuan

pengurangan, tinjauan lebih lanjut mengenai tujuan pengurangan sebaiknya diadakan untuk merumuskan rencana yang dapat dilakukan.

**(9) Perumusan rencana kontrol beban polutan total**

Sebagai hasil tinjauan di atas, penilaian kuantitatif status beban buangan saat ini, tujuan pengurangan (tanggal target dan beban buangan total pada tanggal tersebut), dan langkah-langkah pengurangan akan diberikan. Informasi-informasi ini sebaiknya dikelola dan juga dirumuskan rencana kontrol beban polutan total. Karena rencana kontrol beban polutan total akan dibagikan kepada dinas pemerintahan dan badan pemerintahan setempat yang terkait, rencana tersebut perlu disahkan melalui prosedur-prosedur dalam sektor pemerintahan.

Di Jepang, Menteri Lingkungan merumuskan kebijakan tentang TPLCS, yang merupakan dasar perumusan rencana kontrol beban polutan total yang seharusnya dilakukan oleh Gubernur Prefektur. Dalam kasus ini, prosedur diberikan untuk mendengarkan pandangan Menteri Lingkungan, Kementerian, dan badan pemerintahan lokal. Gambar 2.6 di bawah ini memperlihatkan prosedur tersebut.



Gambar 2.6 Prosedur perumusan rencana kontrol beban polutan total di Jepang

Rencana kontrol beban polutan total sebaiknya menggabungkan hal-hal terkait, selain langkah-langkah pengurangan, seperti pengukuran aktual kualitas air di wilayah perairan, pemantauan limbah pabrik, langkah-langkah yang mendukung pemasangan fasilitas pengolahan air limbah di pabrik, dan penyiapan kerangka kerja untuk menggalakkan pengurangan beban polutan. Tabel 2.7 menunjukkan contoh tipikal rencana kontrol beban polutan total yang ada di Jepang.

Tabel 2.7 Contoh rencana kontrol beban polutan total di Jepang

|  |
|--|
| <p>Rencana untuk mengurangi Chemical Oxygen Demand, Nitrogen, dan Fosfor total</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Tujuan pengurangan (Jumlah target untuk tahun fiskal sasaran)<ol style="list-style-type: none"><li>(1) Chemical oxygen demand</li><li>(2) Kandungan nitrogen</li><li>(3) Kandungan fosfor</li></ol></li><li>2. Metode untuk mencapai tujuan pengurangan<ol style="list-style-type: none"><li>2.1. Langkah-langkah untuk air limbah rumah tangga<ol style="list-style-type: none"><li>(1) Pembangunan sistem pembuangan limbah</li><li>(2) Pembangunan fasilitas pengolahan limbah rumah tangga lainnya</li><li>(3) Langkah-langkah untuk limbah rumah tangga dari rumah tangga umum</li></ol></li><li>2.2 Langkah-langkah untuk limbah industri<ol style="list-style-type: none"><li>(1) Penetapan Standar Kontrol Beban Polutan Total</li><li>(2) Langkah-langkah yang tidak berlaku untuk perusahaan berdasarkan Standar Kontrol Beban Polutan Total</li></ol></li><li>2.3. Langkah-langkah lain terkait penanganan sumber polutan<ol style="list-style-type: none"><li>(1) Langkah-langkah untuk mengurangi beban polutan dari tanah pertanian</li><li>(2) Langkah-langkah untuk menangani limbah peternakan</li><li>(3) Peningkatan lahan perikanan</li></ol></li></ol></li><li>3. Hal-hal lain yang diperlukan untuk mengurangi beban polutan total<ol style="list-style-type: none"><li>(1) Rekonstruksi sirkulasi air yang baik</li><li>(2) Penggalakan proyek purifikasi air<ol style="list-style-type: none"><li>(a) Penggalakan proyek purifikasi air untuk sungai dan saluran air</li><li>(b) Penggalakan proyek perbaikan sedimen dasar</li></ol></li><li>(3) Pelestarian dan peremajaan sungai, pantai, dan daerah pasang surut</li><li>(4) Pembentukan sistem pemantauan</li><li>(5) Pembelajaran dan pendidikan lingkungan dan aktivitas yang dapat meningkatkan kesadaran<ol style="list-style-type: none"><li>(a) Pembelajaran dan pendidikan lingkungan</li><li>(b) Aktivitas yang dapat meningkatkan kesadaran</li></ol></li><li>(6) Pembentukan sistem penelitian</li><li>(7) Langkah-langkah bantuan untuk usaha kecil dan menengah</li></ol></li></ol> |
|--|

**(10) Pelaksanaan rencana kontrol beban polutan total**

Kontrol beban polutan total untuk beban buangan dari pabrik dan perusahaan diterapkan sebagai langkah utama TPLCS. Kontrol beban polutan total tersebut juga diimplemetasikan untuk sumber-sumber titik, antara lain seperti rumah sakit, fasilitas akomodasi, rumah makan besar, dapur

besar untuk membuat makan siang kemasan dan makanan siap saji, bengkel mobil, fasilitas pembersih untuk industri binatu, kandang ternak besar, fasilitas pengolahan limbah, Johkasou besar, dan fasilitas pengolahan feses. Berbagai kegiatan, termasuk pemberian petunjuk teknis untuk mengurangi polutan, sebaiknya dilaksanakan bersamaan dengan regulasi terkait. Langkah-langkah pembangunan sistem pembuangan limbah, pewadahan feses ternak yang tepat, dan penggalakan pengolahan sebaiknya diusahakan sesuai dengan rencana kontrol beban polutan total.

Dalam penerapan langkah-langkah pengurangan polutan total, diperlukan pembentukan berbagai kerangka kerja dan sistem terkait dan pembangunan hubungan koordinasi dan kerja sama dengan sektor pemerintahan terkait yang dijelaskan di bagian 1.5. Kontrol beban polutan total harus diterapkan berdasarkan sistem dan kerangka kerja semacam itu.

#### **(11) Konfirmasi status kualitas air yang telah ditingkatkan dan beban buangan yang telah dikurangi**

Jumlah beban buangan total sebaiknya dihitung untuk tanggal target beserta penentuan pencapaian tujuan pengurangan polutan total dan tingkat pencapaian. Selain itu, peningkatan status kualitas air di wilayah perairan sasaran sebaiknya dikonfirmasi dan pengaruh kontrol beban polutan total sebaiknya diperiksa dan dilaporkan.

#### **(12) Pengujian kembali dan pembaruan rencana kontrol beban polutan total untuk mengembangkan rencana tersebut**

Berdasarkan bagian (11), dapat dirangkum hasil dan pencapaian rencana kontrol beban polutan total, pembahasan petunjuk TPLCS untuk masa yang akan datang, peninjauan rencana kontrol beban polutan total, dan telaah terhadap rencana yang baru.

Dalam tinjauan dan penelaahan rencana, perlu mempertimbangkan poin-poin berikut ini.

##### **a. Konfirmasi sejauh mana tujuan pengurangan telah tercapai**

Kecuali jika tujuan tersebut telah terpenuhi, alasan dan langkah-langkah untuk menanggapi status pencapaian sebaiknya ditelaah dan dicerminkan dalam rencana berikutnya.

##### **b. Konfirmasi kondisi berubahnya kualitas air**

Seberapa besar kualitas air terpengaruh, sebagai akibat dari pengurangan beban buangan polutan yang mengalir ke wilayah perairan, sebaiknya dikonfirmasi. Jika kualitas air masih belum memenuhi kualitas target, TPLCS perlu ditingkatkan. Di wilayah perairan yang tingkat polusi airnya semakin memburuk, sampai pada tingkatan tertentu, kontrol beban polutan total mungkin tidak dapat meningkatkan kualitas air. Kasus ini sering ditemukan di Jepang dan alasannya adalah bahwa jumlah beban buangan polutan yang sudah terakumulasi di wilayah perairan dan di

sedimen dasar sangat besar, sehingga pembatasan volume aliran masuk saja tidak akan dapat mengurangi beban buangan polutan di wilayah perairan. Bahkan, dalam kasus ini, kualitas air akan menunjukkan adanya tanda-tanda peningkatan seiring berjalannya waktu jika TPLCS dilanjutkan secara konsisten. TPLCS perlu dipertanyakan secara ketat.

c. Pertimbangkan status penerapan kerangka kerja dan sistem terkait

Dengan memanfaatkan pencapaian yang telah diperoleh selama penerapan TPLCS, upaya-upaya yang lebih efektif dapat dibuat dalam rencana kontrol beban polutan total selanjutnya.

Bahkan jika masih banyak persoalan penting yang belum terselesaikan pada akhir tahap pertama pengenalan, semua persoalan tersebut akan diselesaikan selama penerapan TPLCS. Sebagai contoh, semakin banyak data hasil pengukuran aktual yang diperoleh, semakin ilmiah jumlah tujuan pengurangan dan tujuan manajemen yang ditetapkan. Selain itu, sumber yang tidak dijadikan sasaran pada tahap pengenalan TPLCS dapat ditangani dalam TPLCS dengan mengumpulkan data statistik terkait. Jika penelitian tentang mekanisme polusi di wilayah perairan menunjukkan adanya perkembangan dan memperlihatkan pemahaman yang lebih besar tentang mekanisme tersebut, rencana kontrol beban polutan total dapat ditinjau berdasarkan alasan yang lebih ilmiah. Dengan demikian, penting sekali untuk memenuhi TPLCS dengan memanfaatkan pengalaman dan pencapaian dalam penerapan kontrol beban polutan total.

## **2.4 Pengenalan sistem yang sesuai dengan kebutuhan dan kondisi lokal**

Prosedur penerapan dan materi TPLCS dijelaskan pada bagian 2.3 berdasarkan metode yang digunakan di Jepang. Ketika TPLCS benar-benar diterapkan, penyediaan waktu penanggulangan TPLCS terhadap status wilayah perairan sasaran dan tujuan pengenalnya dan penyesuaian TPLCS dengan kondisi di masing-masing negara dan wilayah penting untuk dilakukan. Selain itu, ketika memperkenalkan TPLCS untuk pertama kalinya, seringkali sulit untuk menerapkan seluruh TPLCS. Oleh karena itu, perlu dibuat suatu cara pengenalan TPLCS dengan mempertimbangkan kondisi dan kebutuhan wilayah terkait.

Bagian 2.4 menggambarkan cara pengenalan TPLCS dan masalah-masalah yang perlu diatasi dalam memperkenalkan TPLCS dengan menggunakan contoh. Dalam salah satu contoh, polusi di suatu wilayah perairan semakin memburuk dan beban buangannya harus segera dikurangi. Dalam contoh yang lain, ada kekhawatiran akan kemungkinan terjadinya polusi air yang disebabkan oleh pertumbuhan penduduk dan perkembangan industri. Kedua contoh tersebut dapat membantu dalam memperkenalkan TPLCS dengan cara yang sesuai dengan kebutuhan dan kondisi lokal.

**(1) Contoh 1: Polusi air di wilayah perairan memburuk dan beban buangan harus segera dikurangi**

Jika kualitas air di suatu wilayah perairan mencapai kondisi yang serius dan terancam akan semakin memburuk, beban buangannya perlu segera dikurangi. Dalam kasus semacam ini, perlu dilakukan pengambilan langkah-langkah yang kemungkinan besar akan berhasil, dengan memerhatikan sumber yang berpengaruh besar terhadap kualitas air di wilayah perairan. Ketika memperkenalkan TPLCS dalam kasus semacam ini, poin-poin berikut sebaiknya menjadi fokus dalam menangani kondisi yang ada.

- i) Ketika menghitung beban buangan, yang didahulukan adalah mengidentifikasi sumber yang mempunyai pengaruh signifikan terhadap kualitas air.
- ii) Ketika menganalisis aliran beban polutan di DAS, sebaiknya digunakan metode yang sederhana.
- iii) Ketika menetapkan tujuan pengurangan awal, sedapat mungkin telah ditetapkan tujuan yang menyeluruh.
- iv) Untuk pabrik dan perusahaan, sebaiknya diatur jumlah beban buangan polutan totalnya. Standar Kontrol Beban Polutan Total yang ditetapkan sebaiknya yang dapat diandalkan untuk mengurangi jumlah total, dengan mempertimbangkan adanya peningkatan beban buangan polutan karena adanya pabrik yang baru dibangun. Jika proporsi sumber rumah tangga besar, yang didahulukan sebaiknya adalah langkah-langkah yang dapat segera diterapkan. Jika ada aliran limbah yang belum diolah mengalir ke wilayah perairan, metode yang pasti dan berbiaya rendah, seperti memperdalam pelimbahan, sebaiknya diperkenalkan secara khusus dan, pada saat yang sama, sebaiknya diterapkan pengolahan secara terpusat.
- v) Peningkatan kualitas air mungkin tidak segera terlihat dengan jelas jika tingkat polusi airnya tinggi, tetapi operator sebaiknya secara terus-menerus melanjutkan TPLCS, dengan mengawasi berubahnya kondisi lingkungan akuatik wilayah perairan.

**(2) Contoh 2: Kekhawatiran mengenai kemungkinan terjadinya polusi air yang disebabkan oleh pertumbuhan penduduk dan perkembangan industri**

Ketika perkembangan industri dan pertumbuhan penduduk dapat diperkirakan karena terjadinya perkembangan pada DAS, maka diperlukan manajemen beban polutan secara preventif. Ketika pelestarian kualitas air penting untuk dilakukan karena wilayah perairannya dimanfaatkan sebagai sumber air minum, akan diperlukan langkah-langkah secara khusus. Dalam kasus semacam ini, pengaturan beban buangan di lingkungan akuatik wilayah perairan dan sumber beban polutan yang mengalir masuk secara memadai penting untuk dilakukan, dengan mempertimbangkan beban buangan polutan yang diperkirakan akan meningkat di masa yang akan datang.

Ketika memperkenalkan TPLCS dalam kasus-kasus ini, rasanya penting untuk mengambil

langkah-langkah yang difokuskan pada poin-poin berikut.

- i) Target kualitas air sebaiknya ditetapkan dengan mempertimbangkan tujuan pemanfaatan air di wilayah perairan.
- ii) Penilaian yang akurat terhadap status wilayah perairan saat ini sebaiknya dibuat dengan mengukur kualitas air. Ketika memperkirakan beban buangan, sebanyak mungkin data sebaiknya dikumpulkan dan dihitung secara akurat.
- iii) Ketika menetapkan tujuan manajemen beban buangan polutan yang mengalir ke wilayah perairan, tujuan manajemen sebaiknya ditetapkan pada tingkat yang diperlukan untuk mencapai tujuan kualitas air.
- iv) Berdasarkan proyeksi faktor yang berkontribusi terhadap meningkatnya beban buangan polutan, seperti perkembangan industri dan pertumbuhan penduduk, pertama-tama, langkah-langkah pengurangan kandungan beban polutan sebaiknya diterapkan sesuai dengan kapasitas lingkungan wilayah perairan.
- v) Untuk pabrik dan perusahaan, pengendalian polutan total sebaiknya diterapkan pada beban buangan polutan. Untuk pabrik dan perusahaan yang baru dibangun, langkah-langkah penanganan lingkungan pabrik dan perusahaan yang ada sebaiknya diupayakan, sejauh mungkin, untuk memungkinkan pembangunan daerah dan sejumlah aktivitas pembangunan baru sebaiknya diizinkan dengan syarat adanya pengenalan teknologi lingkungan yang canggih, mengingat adanya margin jika dibandingkan dengan beban target<sup>5</sup>.
- vi) Dengan mempertimbangkan status kualitas air dan variasi beban buangan, baik tujuan untuk mengatur beban buangan maupun rencana kontrol beban polutan total sebaiknya ditinjau.

---

<sup>5</sup> Hal ini tergantung pada jenis institusi yang mengurus pembangunan pabrik dan perusahaan baru. Jepang menerapkan prosedur pemberitahuan dan, jika isi pemberitahuan tersebut tidak memenuhi standar limbah atau standar pengendalian polutan total, prefektur terkait memberikan petunjuk atau perintah pengubahan program. Di Laut Pedalaman Seto, izin pembangunan pabrik dan perusahaan diberikan berdasarkan Law concerning Special Measures for Conservation of the Environment of the Seto Inland Sea.

### Bab 3 Pengembangan institusi dan kerangka kerja untuk pengoperasian TPLCS yang efektif

Pengujian kualitas air dan penilaian status struktur industri atau karakteristik daerah saat ini perlu dilakukan untuk menerapkan TPLCS. Penting untuk merancang TPLCS dan mengatur berbagai kerangka kerja terkait dengan sepenuhnya memanfaatkan informasi yang tersedia. Karena, pada prinsipnya, kontrol beban polutan total menangani semua sumber dan sektor pemerintahan terkait mempunyai cakupan yang luas, penting kiranya untuk membina hubungan koordinasi dan kerja sama juga dengan sektor-sektor ini.

Tabel 3.1 merangkum kerangka kerja dan institusi terkait yang utama yang perlu dibentuk untuk menerapkan TPLCS.

Tabel 3.1 Kerangka kerja dan koordinasi dengan lembaga terkait yang diperlukan untuk penerapan TPLCS

| Hal yang akan diterapkan   | Kerangka kerja dan koordinasi dengan lembaga terkait   |
|--|--|
| Pengurangan beban polutan total  | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Survei tentang karakteristik daerah dan struktur industri</li> <li>○ Koordinasi dan kerja sama dengan sektor pemerintahan terkait</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;"><u>Sumber beban polutan dan sektor pemerintahan terkait</u></p> </div>                                |
| Penilaian beban buangan polutan secara kuantitatif                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Pengumpulan data yang diperlukan untuk penghitungan</li> <li>○ Jumlah limbah dari sumber polusi (sumber titik) dan pengukuran konsentrasinya</li> <li>○ Perumusan metode penghitungan beban buangan polutan</li> </ul>  |
| Penetapan tujuan pengurangan untuk melestarikan kualitas air di wilayah perairan | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Penetapan tujuan yang berkaitan dengan lingkungan akuatik (Environmental Quality Standards for Water Pollution)</li> <li>○ Pengukuran kualitas air dan volume aliran di wilayah perairan (sungai, danau/telaga, laut)</li> <li>○ Analisis tentang mekanisme polusi</li> <li>○ Survei tentang ciri-ciri DAS daerah (geografi alam, hidrologi,</li> </ul> |

|   |   |
|---|---|
|   | meteorologi)  |
| Perkiraan peningkatan beban buangan polutan di masa yang akan datang      | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Koordinasi dan kerja sama dengan sektor perencanaan</li> <li>○ Pengumpulan informasi rencana pembangunan di masing-masing negara dan daerah</li> <li>○ Perumusan metode penghitungan beban buangan polutan yang terus meningkat</li> </ul>                               |
| Pengendalian limbah pada beban buangan polutan dari pabrik dan perusahaan | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Pengukuran aktual terhadap limbah dari pabrik dan perusahaan, survei tentang fasilitas pengolahan air limbah kota</li> <li>○ Pengawasan pabrik dan perusahaan</li> <li>○ Perumusan metode baru untuk menetapkan standar peraturan untuk beban buangan polutan</li> </ul> |
| Lain-lain   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Pembiayaan untuk penerapan sistem (koordinasi dengan sektor keuangan)</li> <li>○ Pemahaman dan kerja sama berkenaan dengan langkah-langkah untuk pabrik dan perusahaan, warga negara dan masyarakat setempat</li> <li>○ Kerja sama internasional</li> </ul>              |

Bab 3 menjelaskan tentang hal-hal yang diperlukan untuk penerapan TPLCS. Ketika kerangka kerja dan institusi sedang dikembangkan, kerangka kerja dan institusi tersebut perlu disesuaikan dengan sistem dan organisasi pemerintahan yang ada di masing-masing negara dan perlu direncanakan sesuai dengan kondisi di masing-masing negara. Bab 3 menjelaskan sistem dan institusi di Jepang, sebagai contoh informatif yang ditujukan untuk membantu pengembangan setiap sistem baru.

Jika TPLCS diperkenalkan terlalu terlambat karena tidak adanya/kurangnya kerangka kerja terkait atau tidak memadainya jumlah informasi lokal, termasuk informasi tentang kualitas air, masalah lingkungan akuatik akan memburuk. Jika perkembangan polusi air terlalu cepat, yang penting untuk dilakukan adalah, pertama, memperkenalkan TPLCS dan, kemudian, menyelesaikan masalah penting terkait kerangka kerja bersamaan dengan pengimplementasian TPLCS.

### 3.1 Pengukuran kualitas air

Ketika memulai TPLCS, kiranya penting untuk secara kuantitatif melakukan penilaian pada beban buangan polutan untuk masing-masing sumber maupun kualitas air target, volume air yang mengalir masuk/ yang mengalir keluar, dan volume air menetap di wilayah perairan. Jika data beban buangan polutan dari pengukuran aktual telah diperoleh dengan jumlah yang memadai, data tersebut sebaiknya digunakan. Jika data tersebut tidak ada atau data yang tersedia tidak mencukupi, pengukuran aktual perlu dilakukan untuk mengumpulkan data yang diperlukan.

Selain itu, untuk menerapkan TPLCS, perlu untuk memberi perhatian pada perbedaan kualitas air dan beban buangan polutan yang mengalir masuk dan mengukur kualitas air dan volume aliran sungai, danau/telaga, dan laut perlu diukur, sehingga data yang bisa diandalkan dan

berkesinambungan dapat diperoleh melalui pengaturan sistem dan kerangka kerjanya.

#### **Kolom 5: Pengukuran kualitas air dan sistem ketika TPLCS diperkenalkan di Jepang**

Sebelum TPLCS diperkenalkan di Jepang, data terkait tidaklah mencukupi. Sebagaimana ditunjukkan dalam Bab 1, jumlah emisi COD industri total di Laut Pedalaman Seto sudah dikurangi sebesar 50% sejak tahun 1974. Sebelumnya, pengujian kualitas air secara bersamaan dan secara besar-besaran dilakukan pada bulan Mei 1972. Jumlah poin pengukuran yang digunakan dalam pengujian ini adalah 709 untuk kualitas air laut, 203 untuk plankton, 107 untuk kualitas air sungai, 570 untuk limbah pabrik, dan 295 untuk sedimen laut. Pengukurannya dilakukan secara bersamaan dalam periode waktu yang sama (dalam selisih waktu 2 jam) pada hari yang sama, dengan mempertimbangkan pasang dan surut. Pengujian kualitas air secara bersamaan juga dilakukan pada bulan Juli, Oktober, dan Januari pada tahun berikutnya, sehingga data dari empat musim terkumpul.

Saat ini, Undang-Undang Pengendalian Polusi Air mewajibkan prefektur mengawasi status polusi air di wilayah perairan umum, yaitu sungai, danau/telaga, dan laut secara terus-menerus. Rencana pengukurannya dirumuskan oleh Gubernur Prefektur dengan berkonsultasi dengan lembaga pemerintahan lokal, dan kualitas air dan volume alirannya diukur berdasarkan rencana tersebut.

Direktur Jenderal Divisi Lingkungan Air dan Udara di bawah Kementerian Lingkungan telah mengeluarkan arahan kepada para Gubernur Prefektur tentang penilaian status lingkungan akuatik di wilayah perairan sasaran dan metode pengukuran kualitas air wilayah perairan sasaran untuk menetapkan Standar Kualitas Lingkungan untuk Polusi Air. Isi instruksi tersebut dijelaskan dalam Bahan Referensi 4.

### **3.2 Kerja sama dengan lembaga dan entitas terkait lainnya**

Pada dasarnya, TPLCS menangani semua sumber polusi dan berupaya untuk mengurangi beban buangan polutan. Oleh karena itu, dinas pemerintahan terkait mempunyai cakupan yang luas dan koordinasi dan kerja sama dengan sektor pemerintahan ini diperlukan. Selanjutnya, sangatlah penting untuk menyusun koordinasi, kolaborasi, dan kerja sama dengan berbagai pejabat dan badan terkait seperti yang ditunjukkan di bawah ini.

- TPLCS menangani target dengan cakupan yang luas, termasuk pabrik, perusahaan, limbah rumah tangga, peternakan, tanah pertanian, dan akuakultur. Oleh karena itu, koordinasi dengan sektor industri, pertanian, dan pembangunan kota yang terkait diperlukan.
- Untuk mengukur kualitas dan volume air di wilayah perairan, kerja sama dengan sektor pengelolaan sungai, danau/telaga, dan laut juga penting.
- Kerjasama dengan sektor perencanaan dan statistik juga diperlukan untuk memperoleh data statistik dan untuk memperoleh prospek bagi daerah.
- Ketika mengumpulkan informasi tentang kondisi topografi, hidrologi, dan meteorologi, kerja

- sama perlu dilakukan dengan sektor perencanaan tanah, rekayasa survei, dan meteorologi.
- Terdapat kasus di mana TPLCS diterapkan di banyak yurisdiksi lokal, seperti ketika menargetkan wilayah perairan yang luas. Selain itu, di yurisdiksi lokal pedalaman yang tidak menghadap ke laut, kontrol beban polutan total kadang-kadang bisa diperlukan. Dalam kasus ini, kerja sama antarpemerintah lokal serta kerja sama dan pembagian peran antara pemerintah pusat dan pemerintah lokal penting untuk dilakukan.
  - Koordinasi dan kerja sama perlu dibangun dengan sektor pemerintahan terkait dan dengan banyak pemangku kepentingan, termasuk perusahaan, penduduk, dan masyarakat setempat.

Koordinasi semacam ini dapat diupayakan dengan berbagai cara, tergantung pada situasi di masing-masing negara, seperti rezim politik, organisasi pemerintahan, sistem pemerintahan lokal, status organisasi industri, termasuk kelompok dagang, kamar dagang dan industri, dan hubungan mereka dengan lembaga pemerintahan, dan status masyarakat setempat. Dalam kasus apa pun, kiranya penting bahwa sektor lingkungan memegang peran utama dalam kegiatan koordinasi dan melakukan upaya-upaya untuk menerapkan langkah-langkah pengurangan yang diperlukan secara efektif secara keseluruhan. Untuk memfasilitasi kegiatan koordinasi ini, sangatlah penting untuk berupaya meningkatkan kesadaran tentang perlunya perlindungan lingkungan dan pengetahuan tentang polusi air dan untuk meningkatkan kesadaran umum di kalangan sektor pemerintahan dan masyarakat secara keseluruhan.

Mutlak diperlukan untuk memfasilitasi pengimplemetasian TPLCS dalam rangka membangun hubungan kepercayaan yang saling menguntungkan dan menjaga kolaborasi dan kerja sama melalui upaya koordinasi ini.

### **3.3 Pengembangan institusi dan kerangka kerja untuk pengawasan administratif terhadap pabrik dan perusahaan**

Program manajemen pengawasan diperlukan untuk memperoleh status beban polutan yang dibuang dan langkah-langkah pengurangan yang dilakukan oleh pabrik dan perusahaan, yang membuang beban polutan ke wilayah perairan. Selain itu, karena peraturan yang berdasarkan standar Kontrol Beban Polutan Total menghendaki adanya pemantauan kepatuhan terhadap standar tersebut, sangatlah penting untuk mengukur, mencatat, dan melaporkan limbah dari pabrik dan perusahaan sertampengatur kerangka kerja dan institusi terkait.

### **Kolom 6: Manajemen pengawasan terhadap pabrik dan perusahaan di Jepang**

Di Jepang, Undang-Undang tentang Pengendalian Polusi Air menetapkan berbagai pengawasan dan sistem manajemen untuk pabrik dan perusahaan. Sistem di bawah Undang-Undang tentang Pengendalian Polusi Air dijelaskan pada Gambar 1.4. Sistem utamanya, tidak termasuk pengendalian limbah, adalah sebagai berikut:

#### **(1) Pemberitahuan yang diperlukan ketika membangun pabrik atau perusahaan yang membuang beban polutan ke wilayah perairan umum**

Ketika membangun fasilitas yang membuang beban polutan ke wilayah perairan umum (yang disebut sebagai “fasilitas yang ditentukan” dalam Undang-Undang tentang Pengendalian Polusi Air di Jepang), Gubernur Prefektur harus menerima pemberitahuan tentang hal-hal berikut:

- Nama dan alamat, dan, jika berupa badan korporasi, nama orang yang mewakili (dari entitas usaha yang membuang air ke wilayah perairan umum melalui pembangunan pabrik atau perusahaan)
- Nama dan lokasi pabrik atau perusahaan
- Jenis fasilitas yang ditentukan
- Struktur fasilitas yang ditentukan
- Penggunaan fasilitas yang ditentukan
- Metode pengolahan air limbah
- Kondisi dan jumlah limbah (TPLCS menetapkan bahwa pemberitahuannya harus berisi kondisi dan jumlah limbah untuk setiap sistem pembuangan limbah)
- Sistem air yang berhubungan dengan limbah dan sistem pembuangan limbah

Setelah menerima pemberitahuan tersebut, Gubernur Prefektur dapat meminta perbaikan atau penghapusan rencana jika gubernur mengetahui bahwa rencana tersebut tidak memenuhi standar limbah atau standar Kontrol Beban Polutan Total. (Untuk Laut Pedalaman Seto, Gubernur Prefektur bisa memberikan izin. Gubernur Prefektur tidak boleh memberikan izin jika limbah atau air limbah dari fasilitas terkait dapat menyebabkan kerusakan besar terhadap lingkungan Laut Pedalaman Seto.)

#### **(2) Pengukuran kualitas air limbah dari pabrik dan perusahaan**

Untuk mematuhi standar kontrol beban polutan total, pabrik dan perusahaan harus mengukur dan mencatat status polusi limbah seperti yang ditentukan dalam Undang-Undang tentang Pengendalian Polusi Air.

Di Jepang, standar kontrol beban polutan total menangani beban buangan harian dari pabrik dan perusahaan. Pabrik dan perusahaan diwajibkan untuk memperkirakan beban buangan harian mereka.

Frekuensi pengukuran ditetapkan menurut unit jumlah limbah seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.2.

**Tabel 3.2 Frekuensi pengukuran beban buangan di pabrik dan perusahaan di Jepang**

|                      |   |   |   |  |
|----------------------|---|---|---|--|
| Jumlah limbah        | Tidak kurang dari 400m <sup>3</sup> /hari | Tidak kurang dari 200m <sup>3</sup> /hari<br>Di bawah 400m <sup>3</sup> /hari | Tidak kurang dari 100m <sup>3</sup> /hari<br>Di bawah 200m <sup>3</sup> /hari | Tidak kurang dari 50m <sup>3</sup> /hari<br>Di bawah 100m <sup>3</sup> /hari |
| Frekuensi pengukuran | Setiap hari                               | Tidak kurang dari satu kali dalam tujuh hari                                  | Tidak kurang dari satu kali dalam 14 hari                                     | Tidak kurang dari satu kali dalam 30 hari                                    |

Untuk pengukuran dan pencatatan, pabrik dan perusahaan yang yang membuang limbah pada tidak kurang dari 400m<sup>3</sup>/hari harus membuat pengambilan sampel, pengukuran, dan pencatatan otomatis. (Mengenai status polusi (konsentrasi), pengambilan sampel, transportasi ke alat pengukur, pengukuran, dan pencatatan semuanya dilakukan secara otomatis. Mengenai volume aliran, volume air diperkirakan secara otomatis dengan pengukur aliran atau velocimeter dan hasilnya terekam secara otomatis.) Dalam kasus di mana pengukuran dengan meteran otomatis secara teknis tidak dianggap tepat, *composite sampler* (sebuah alat yang mengumpulkan sampel dengan rasio pengambilan sampel yang telah ditetapkan terlebih dahulu sesuai dengan proporsi jumlah limbah dan menyimpan sampel tersebut tanpa mengubah kualitas air untuk memperoleh kualitas air rata-rata setiap durasi waktu tertentu secara otomatis) harus digunakan untuk mengumpulkan sampel secara otomatis. Data tersebut harus dianalisis secara manual buku petunjuk sesuai dengan metode pengukuran yang ditentukan secara terpisah oleh Menteri Lingkungan<sup>6</sup>.

Hal tersebut dianggap patut bahkan untuk perusahaan dengan limbah di bawah 400m<sup>3</sup>/hari untuk sedapat mungkin mengotomatiskan proses pengukurannya.

Catatan hasil pengukuran harus disimpan selama 3 tahun.

Gubernur Prefektur terkait harus diberitahu tentang metode pengukurannya. Pemberitahuan juga diperlukan ketika mengubah metode pengukuran. Hal-hal yang diberitahukan adalah sebagai berikut:

- COD yang terkandung dalam limbah, status polusi kandungan nitrogen dan fosfor, metode pengukuran untuk hal-hal yang diperlukan untuk menilai jumlah limbah dan beban buangan polutan lainnya, dan poin-poin pengukuran
- Metode pengukuran untuk beban buangan polutan harian yang terkandung dalam limbah
- Hal-hal lain menyangkut metode pengukuran untuk beban buangan polutan, yang sebaiknya digunakan sebagai referensi

<sup>6</sup> Metode pengukuran yang ditentukan adalah metode yang ditentukan dalam Standar Industri Jepang (JIS).

Direktur Jenderal Divisi Lingkungan Air dan Udara di bawah Kementerian Lingkungan telah mengeluarkan instruksi untuk Gubernur Prefektur tentang metode pengukuran limbah dari pabrik dengan tujuan untuk menetapkan Standar Kualitas Lingkungan untuk Polusi Air. Poin-poin utama instruksi tersebut adalah sebagai berikut:

i) Frekuensi pengukuran kualitas air

Sampel air sebaiknya dikumpulkan dan dianalisis paling tidak dalam 4 hari setiap tahun.

ii) Waktu pengukuran

Limbah dari pabrik dan perusahaan sebaiknya dipertimbangkan di samping kondisi pengoperasian dan variasi musiman limbah.

iii) Pemilihan titik pengambilan sampel

Saluran keluar limbah sebaiknya dipilih sebagai titik pengambilan sampel. Jika tidak memungkinkan untuk mengumpulkan sampel di saluran keluar, saluran keluar fasilitas pengolahan limbah akhir sebaiknya dipilih. Saluran keluar yang dipilih adalah tempat sampel limbah dapat dikumpulkan dan sampel yang dikumpulkan mempunyai kualitas yang sama dengan yang dikumpulkan di saluran keluar limbah.

Untuk menghitung efisiensi pengolahan, jika fasilitas pengolahan air limbah dipasang untuk pengolahan air limbah, pengukuran harus dilakukan pada suatu titik sebelum pemasangan fasilitas pengolahan air limbah sesuai kebutuhan.

iv) Hal-hal yang perlu dilakukan pada saat pengambilan sampel

Tanggal pengambilan sampel, volume limbah, biota di sekitar saluran keluar limbah harus dicatat. Temperatur, kekeruhan, bau, dan kejernihan air sebaiknya diukur atau diamati di tempat tersebut.

**(3) Petunjuk tentang pelaporan informasi yang diperlukan yang diberikan oleh badan pengawas**

Gubernur Prefektur bisa jadi mewajibkan pabrik dan perusahaan untuk melaporkan kondisi peralatan yang menimbulkan beban buangan, metode untuk mengolah air limbah, dan informasi lain yang dibutuhkan untuk Gubernur. Selain itu, Gubernur bisa jadi juga mewajibkan pabrik dan perusahaan untuk melaporkan metode pengolahan air limbah/cairan limbah dan informasi lain yang diperlukan berdasarkan TPLCS. Gubernur juga mungkin memerintahkan petugas terkait untuk melaksanakan inspeksi di tempat. Dalam kasus ini, pabrik dan perusahaan harus memberikan respons terhadap apa yang dibutuhkan.

### **3.4 Memajukan upaya oleh pabrik dan perusahaan dalam mengurangi beban buangan**

Pabrik dan perusahaan diatur dalam hal beban buangan total mereka dan, karena beban buangan dapat dikurangi jika mereka mematuhi peraturan, berbagai upaya harus dibuat untuk mendesak pabrik dan perusahaan untuk mematuhi standar kontrol beban polutan total. Salah satu cara penting untuk mendesak pabrik dan perusahaan adalah manajemen pengawasan yang dijelaskan di bagian 3.4 dan hal-hal lain untuk diperhatikan akan dijelaskan di bawah ini.

#### **(1) Penetapan standar kontrol beban polutan total untuk jumlah beban polutan yang dibuang**

Karena nilai standar kontrol beban polutan total ditetapkan dengan pandangan untuk mengurangi jumlah beban polutan yang dibuang, nilai standar harus dipatuhi. Untuk tujuan tersebut, sangatlah penting untuk menetapkan nilai standar yang benar-benar dapat dipatuhi dan untuk mengatur kerangka kerja yang akan memungkinkan kepatuhan terhadap nilai standar yang ditetapkan dengan cara ini, dengan mempertimbangkan kondisi teknologi dan ekonomi sesuai kebutuhan.

Di Jepang, status limbah dari pabrik dan perusahaan disurvei dan dinilai dalam menetapkan standar kontrol beban polutan total dan nilai standarnya ditentukan berdasarkan status tersebut. Sebagai konsekuensinya, nilai standar telah ditentukan pada tingkatan yang dapat dipatuhi berdasarkan standar teknologi saat ini. Selain itu, untuk memajukan kepatuhan, pemerintah memberikan petunjuk teknis untuk mendorong kepatuhan dan memberikan pinjaman dengan suku bunga rendah untuk usaha kecil dan menengah dengan kemampuan pendanaan yang rendah. Dengan upaya-upaya ini, standar kontrol beban polutan total telah hampir sepenuhnya dipatuhi dan beban buangan polutan telah dikurangi secara terus-menerus.

#### **(2) Memajukan upaya secara sukarela yang dilakukan oleh pabrik dan perusahaan**

Untuk memajukan kepatuhan terhadap standar kontrol beban polutan total, masing-masing negara sebaiknya menentukan denda dan hukuman bagi pelanggaran standar, tetapi hal yang lebih penting adalah mengurangi beban buangan secara terus-menerus dengan memajukan kepatuhan terhadap standar tersebut daripada menjatuhkan hukuman, dan upaya-upaya untuk tujuan tersebut memiliki implikasi penting. Cara untuk memaksa pabrik dan perusahaan agar mematuhi standar tersebut meliputi, selain manajemen pengawasan administratif, berbagai cara, seperti petunjuk teknis administratif, langkah-langkah pendukung, termasuk bantuan dalam upaya pengumpulan dana dan peningkatan kesadaran akan norma sosial. Penting untuk mengupayakan pengembangan yang komprehensif dengan mengombinasikan upaya-upaya tersebut sesuai dengan kondisi di masing-masing negara atau daerah.

**Kolom 7: Contoh langkah pemajuan upaya sukarela yang dilakukan oleh pabrik dan perusahaan di Jepang**

Untuk memajukan upaya sukarela pabrik dan perusahaan, kebijakan-kebijakan berikut telah diterapkan di Jepang.

- a. Petunjuk administratif untuk pabrik dan perusahaan: Langkah ini telah terbukti efektif khususnya untuk perusahaan kecil dan menengah dengan kemampuan teknologi yang terbatas. Ketika nitrogen total dan fosfor total ditambahkan ke dalam pokok-pokok yang ditangani dalam TPLCS pada tahun 2002, “Buku petunjuk tentang langkah-langkah penanganan limbah untuk perusahaan kecil dan menengah” dibuat dan diterbitkan untuk memajukan perusahaan kecil dan menengah dan buku petunjuk tersebut digunakan dalam petunjuk administratif tentang teknologi yang terkait.
- b. Bantuan dalam upaya pengumpulan dana untuk memasang fasilitas pengolahan air limbah: Mengenai pemasangan perangkat pengendali polusi, pinjaman polis istimewa, termasuk pinjaman dengan suku bunga rendah, diberikan terutama untuk perusahaan kecil dan menengah. Selain itu, tunjangan pajak untuk pajak badan juga diberlakukan.
- c. Kesadaran akan norma sosial: Di Jepang, ada seruan akan tanggung jawab sosial korporasi dan perusahaan dicegah secara sosial untuk melanggar standar untuk lingkungan, termasuk standar limbah. Jika perusahaan melanggar standar tersebut, mereka akan menjadi subjek kondisi yang merugikan dalam perjanjian pinjaman dengan organisasi keuangan atau dalam hubungan mereka dengan pelanggan, pemerintah lokal, penduduk lokal, dan konsumen, yang terkadang mengakibatkan pengaruh yang merugikan terhadap pengoperasian pabrik.

**(3) Penggunaan kebijakan penyesuaian struktur industri**

Petunjuk dan bantuan teknis untuk usaha pengumpulan dana yang dijelaskan di bagian (2) disediakan untuk perusahaan kecil dan menengah, seperti industri rumah tangga dan toko perorangan. Sementara itu, kebijakan penyesuaian struktur industri, seperti rekomendasi penutupan, dapat diterapkan untuk perusahaan yang mengoperasikan peralatan tua dan menggunakan teknologi model kuno dengan sedikit ruang bagi peningkatan. Beberapa negara sedang menerapkan langkah-langkah tersebut. Kebijakan-kebijakan ini dipakai secara luas untuk membangun kompleks industri yang dilengkapi dengan fasilitas pengolahan limbah dan untuk mendorong relokasi pabrik dan perusahaan.

Kebijakan-kebijakan ini, termasuk penyesuaian struktur industri dan relokasi pabrik dan perusahaan, berupaya untuk mengurangi beban buangan. Meskipun Jepang belum pernah menggunakan penyesuaian struktur industri, Badan Layanan Pengendalian Polusi Lingkungan (Environmental Pollution Control Service Corporation) dan yang lainnya digunakan untuk menerapkan langkah-langkah untuk membantu dan memajukan relokasi pabrik dan pembangunan kompleks industri.

### **3.5 Penerapan langkah-langkah penanggulangan limbah rumah tangga**

Ketika menerapkan TPLCS, juga penting untuk mengurangi beban buangan rumah tangga dengan mengolah limbah rumah tangga. Pemasangan fasilitas pengolahan, seperti sistem pembuangan limbah dan Johkasou, diupayakan untuk mengolah limbah rumah tangga, tetapi upaya-upaya ini perlu diupayakan sesuai rencana sebagai bagian dari pengembangan infrastruktur sosial.

Di Jepang, Undang-Undang tentang Manajemen Limbah dan Kebersihan Umum menetapkan bahwa kota harus merumuskan rencana untuk mengolah limbah padat kota, sebagai bagian perumusan Rencana Dasar untuk Limbah Rumah Tangga. Ini merupakan rencana dasar bagi pengolahan limbah rumah tangga dari sudut pandang jangka panjang 10 sampai 15 tahun dan menetapkan kebijakan dasar untuk pengolahan limbah rumah tangga, termasuk metode dan tingkat pengolahan limbah rumah tangga, dan metode untuk mengolah endapan limbah yang dihasilkan dalam proses pengolahan limbah rumah tangga. Rencana tersebut menetapkan hal-hal berikut:

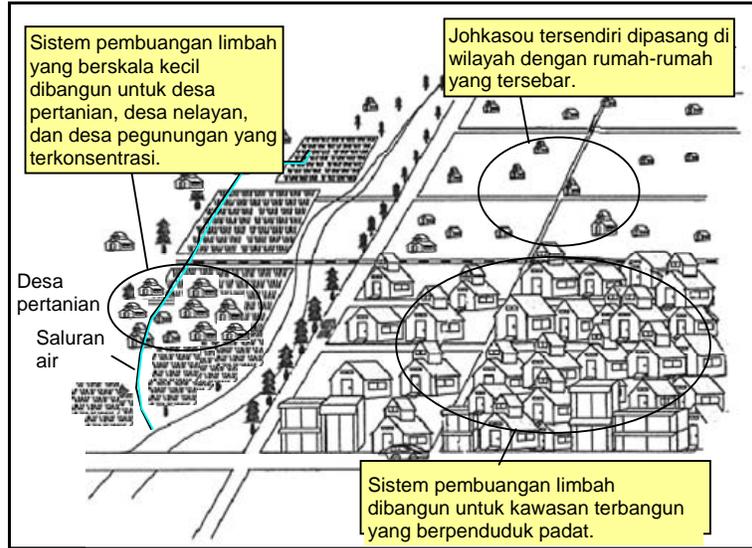
- i) Rasio pengolahan limbah rumah tangga yang ditargetkan
- ii) Kawasan-kawasan di mana pengolahan limbah rumah tangga dilakukan. Metode pengolahan sebaiknya ditentukan untuk setiap kawasan dan ditunjukkan di peta.
- iii) Rencana pembangunan fasilitas pengolahan limbah rumah tangga
- iv) Peningkatan kesadaran dan panduan untuk umum
- v) Rencana pengolahan feses dan endapan

Menurut Undang-Undang tentang Pengendalian Polusi Air, kawasan prioritas bagi langkah-langkah penanganan limbah rumah tangga akan ditentukan di wilayah perairan yang polusi airnya sudah begitu memburuk, sehingga tidaklah mungkin, atau kemungkinan besar tidak mungkin, memenuhi Standar Kualitas Lingkungan untuk Polusi Air, atau di mana pelestarian kualitas air menjadi perhatian utama, jika dianggap sangat penting untuk memajukan penerapan langkah-langkah penanganan limbah rumah tangga. Walikota merumuskan program untuk memajukan langkah-langkah penanganan limbah rumah tangga untuk kawasan yang diprioritaskan bagi langkah-langkah penanganan limbah rumah tangga, dan program tersebut menetapkan pembangunan fasilitas pengolahan limbah rumah tangga, aktivitas untuk meningkatkan kesadaran yang berhubungan dengan langkah-langkah penanganan limbah rumah tangga, dan hal-hal lain yang diperlukan.

Pemajuan langkah-langkah penanganan limbah rumah tangga merupakan sebuah tantangan di Asia Timur, dan upaya yang sistematis diupayakan untuk menerapkan langkah-langkah yang dimulai dari kawasan dengan prioritas tinggi. Sebagai konsekuensinya, syaratnya adalah merumuskan rencana untuk memajukan pengolahan limbah rumah tangga dan menerapkan langkah-langkah penanganan limbah rumah tangga secara terus-menerus.

Dalam merumuskan rencana tersebut, hal-hal berikut sebaiknya dipertimbangkan:

- i) Populasi saat ini, status pengolahan limbah rumah tangga, status pemasangan fasilitas pengolahan limbah rumah tangga, termasuk sistem pembuangan limbah dan Johkasou, dan urgensi pengolahan limbah rumah tangga.
- ii) Ketika menentukan metode pengolahan (apakah akan menerapkan pengolahan terpusat dengan sistem pembuangan limbah atau pengolahan individual) dengan mempertimbangkan kondisi geografis dan kepadatan penduduk di masing-masing wilayah, juga perlu mempertimbangkan korelasi antara biaya dan skala pengolahan untuk masing-masing metode pengolahan dan pendanaan pembangunan.
- iii) Pendapat penduduk lokal serta kesesuaian dengan metode pengolahan tradisional dan lingkungan di masing-masing daerah.
- iv) Periode waktu yang diperlukan dari pembangunan fasilitas sampai permulaan pengoperasiannya.
- v) Berbagai metode pengolahan limbah domestik dan karakteristiknya
- vi) Perkiraan tentang perkembangan, termasuk pertumbuhan penduduk dan peningkatan standar hidup di masa yang akan datang.
- vii) Metode pengolahan limbah rumah tangga, mencakup sistem pembuangan limbah, sistem pembuangan limbah berskala kecil, dan Johkasou. Fasilitas-fasilitas ini sebaiknya digunakan dengan benar sesuai dengan kelengkapannya (biaya pemasangan, biaya pemeliharaan/operasi, pengaruh pengurangan beban buangan polutan, dan periode waktu yang diperlukan untuk memasang peralatan terkait). Di Jepang, fasilitas-fasilitas tersebut digunakan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.2.
- viii) Juga penting untuk memulai langkah-langkah dengan memprioritaskan wilayah perairan di mana ada kebutuhan yang mendesak akan langkah-langkah tersebut dan di mana jumlah beban buangan polutan besar.



Gambar 3.1 Penggunaan fasilitas pengolahan limbah rumah tangga sesuai dengan kelengkapannya

### 3.6 Hal terkait lain

#### (1) Upaya memajukan pengujian kualitas air dan penelitian dalam wilayah perairan

Untuk menguji pengaruh kontrol beban polutan total terhadap peningkatan kualitas air di wilayah perairan sasaran, penting untuk memverifikasi pengaruh TPLCS dengan melakukan pengujian kualitas air. Beban polutan sering ditemukan menumpuk di lapisan dasar, dan lapisan dasar tersebut perlu diuji bersamaan dengan pengujian kualitas air.

Dalam menerapkan TPLCS, berhubungan dengan analisis tentang penghitungan beban buangan polutan di DAS dan hubungan antara beban buangan polutan dan kualitas air di DAS, banyak penelitian mencakup unsur-unsur penelitian akademik. Unsur-unsur ini mencakup penetapan satuan dasar untuk menghitung beban aliran keluar dari sumber bidang tanah pertanian dan penilaian kemampuan pemurnian alamiah, pemahaman tentang mekanisme polusi, dan pengembangan teknologi pengolahan air limbah.

Selain pemajuan survei dan penelitian, kolaborasi dengan institusi penelitian terkait juga penting untuk menerapkan TPLCS dengan cara yang lebih ilmiah.

#### (2) Pembiayaan

Untuk menerapkan TPLCS, yang akan memerlukan biaya untuk melaksanakan pengukuran kualitas air dan survei terkait, kiranya perlu untuk mempertimbangkan pembiayaan untuk aktivitas-aktivitas tersebut.

Pabrik dan perusahaan perlu membangun fasilitas pengolahan limbah dan mengoperasikan

fasilitas pengolahan yang sesuai untuk tujuan mengurangi beban buangan polutan. Pada dasarnya, biaya untuk fasilitas ini harus ditanggung oleh pelaku bisnis sebagai biaya yang mutlak diperlukan untuk menerapkan proyek tersebut di Jepang. Langkah-langkah pendukung seperti pinjaman dengan suku bunga rendah diberikan kepada pabrik dan perusahaan sebagai langkah-langkah kebijakan, yang telah diterapkan untuk usaha kecil dan menengah dengan kemampuan pendanaan yang rendah. Di masa lalu banyak yang menganggap penting untuk mengupayakan penyelarasan antara lingkungan dan pertumbuhan ekonomi di Jepang, tetapi setelah Undang-Undang Pokok tentang Pengendalian Polusi Lingkungan direvisi pada tahun 1970, ketika polusi lingkungan telah menjadi serius, konsepnya telah diubah menjadi konsep memberikan prioritas untuk pelestarian lingkungan di atas pertumbuhan ekonomi<sup>7</sup>. Oleh karena itu, Jepang tidak menyetujui ide untuk mengesampingkan langkah-langkah antipolusi karena kesulitan pembiayaan.

Selain itu, pekerjaan umum dilaksanakan untuk menangani limbah rumah tangga, termasuk pembangunan sistem pembuangan limbah. Pekerjaan ini juga memerlukan sumber daya, dan dalam beberapa tahun terakhir beberapa negara telah mulai memperkenalkan sistem untuk memanfaatkan dana swasta untuk pekerjaan umum melalui Inisiatif Keuangan Swasta (PFI), Transfer Operasi Bangun (BOT), dan Kemitraan Swasta dan Publik (PPP).

### **(3) Pengembangan dan penjaminan kualitas sumber daya manusia**

Untuk tujuan penerapan TPLCS yang lancar, yang diperlukan adalah pengembangan sumber daya manusia dengan pengetahuan khusus tentang pelestarian lingkungan akuatik dan pengolahan air limbah.

Di Jepang, Undang-undang mengamanatkan bahwa masing-masing pabrik yang menghasilkan polutan harus menyelenggarakan sistem pencegahan polusi dan mempunyai manajer pengendalian polusi. Manajer pengendalian polusi tersebut, sebagai teknisi dengan pengetahuan khusus dan terbiasa dengan sistem yang berhubungan dengan pelestarian kualitas air, memberikan kontribusi terhadap pengurangan beban polutan secara sukarela di pabrik dan perusahaan. Sistem mengenai manajer pengendalian polusi dimulai pada tahun fiskal 1971, ketika masalah lingkungan menjadi nyata di Jepang, dan jumlah penempuh ujian pada tahun pertama ujian nasional untuk manajer pengendalian polusi di atas 100.000.

### **(4) Aktivitas dan pendidikan tentang hubungan masyarakat dan aktivitas tentang kesadaran umum**

Untuk memajukan TPLCS, masing-masing anggota masyarakat, perusahaan, dan lembaga

---

<sup>7</sup> Pasal 1 Undang-Undang Pokok tentang Pengendalian Polusi Lingkungan (undang-undang sebelum Undang-Undang Lingkungan Dasar) menetapkan bahwa "Pelestarian lingkungan hidup diupayakan dalam keselarasan dengan pertumbuhan ekonomi yang stabil...." Ini disebut dengan "ayat penyelarasan" dan dihapus dengan revisinya pada tahun 1970.

pemerintah lokal yang terkait dituntut untuk meningkatkan kesadaran mereka atas pelestarian lingkungan air dan menerapkan aktivitas-aktivitas untuk mencegah polusi air. Untuk tujuan tersebut, aktivitas dan pendidikan tentang hubungan masyarakat dan aktivitas tentang kesadaran umum memainkan peranan penting.

Upaya-upaya berikut ini sedang diupayakan di Jepang:

- Entitas usaha diwajibkan untuk mengakrabkan diri dengan efek dan isi rencana kontrol beban polutan total dan untuk membuat upaya dan bekerjasama dengan yang lainnya dengan pandangan untuk memenuhi standar kontrol beban polutan total dan mengurangi beban buangan polutan melalui berbagai organisasi dan lokakarya.
- Warga negara didorong untuk meningkatkan kesadaran mereka tentang langkah-langkah penanggulangan air limbah rumah tangga yang dapat dilakukan di rumah dan pengetahuan tentang polusi air melalui berbagai metode publikasi, termasuk pamflet dan berbagai forum.

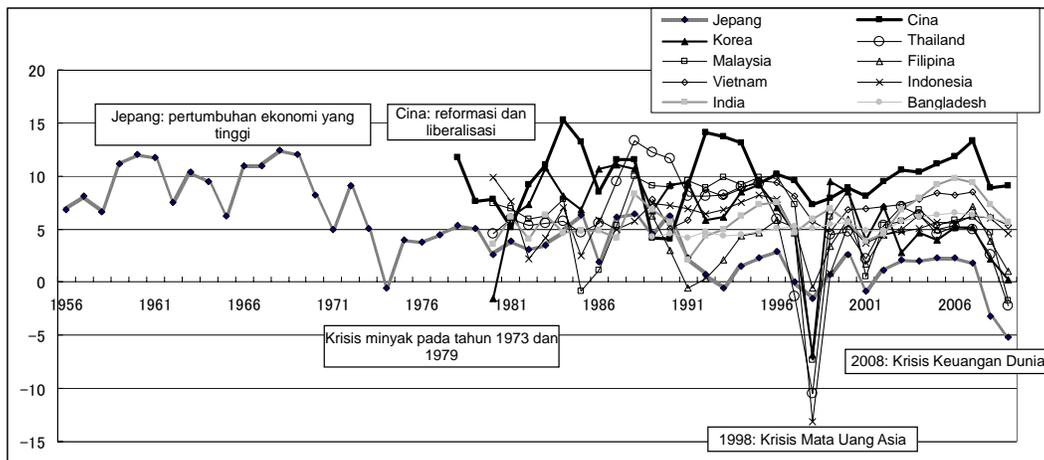
## Bahan Referensi 1: Pengalaman Jepang dalam hal polusi air dan penanggulangannya

Jepang telah mengalami lingkungan akuatik yang memburuk seiring dengan pertumbuhan ekonomi, yang mengakibatkan polusi air yang serius, dan mengatasinya sampai tingkatan tertentu dengan mengambil langkah-langkah penanggulangan. Beberapa poin yang bermanfaat dalam sejarah ini akan dijelaskan secara singkat dengan fokus utama pada TPLCS.

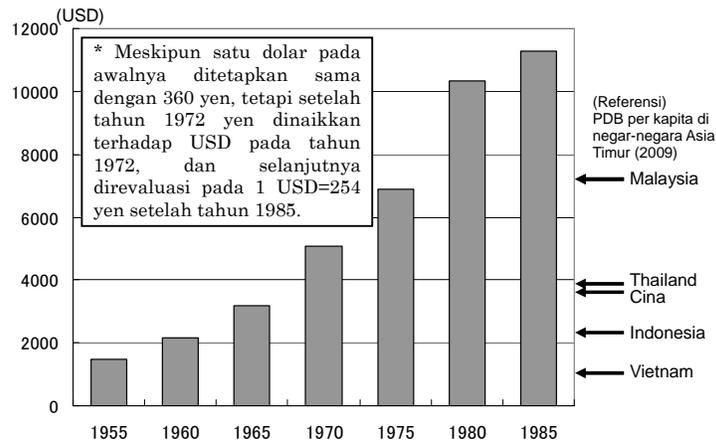
### (1) Pertumbuhan ekonomi dan terjadinya masalah polusi air yang serius

Di Jepang, produksi industri mulai meningkat sejak akhir tahun 1950-an dan perekonomian tumbuh dengan pesat. Tingkat pertumbuhan ekonomi mencapai rata-rata tahunan sebesar 9,1% dari tahun 1956 sampai tahun 1973, dan produksi industri tumbuh hingga kurang lebih tiga kali lipat dalam hal nilai pengiriman (dengan penyesuaian harga) dari tahun 1960 sampai tahun 1975.

Selain itu, PDB per kapita juga menunjukkan pertumbuhan yang pesat. Tingkat pertumbuhan ekonomi dan PDB per kapita Jepang pada waktu itu hampir ada pada tingkatan yang sama dengan Cina dan negara-negara di Asia Timur, dan Jepang tampak hampir ada pada tingkat perkembangan yang sama dengan negara-negara ini.



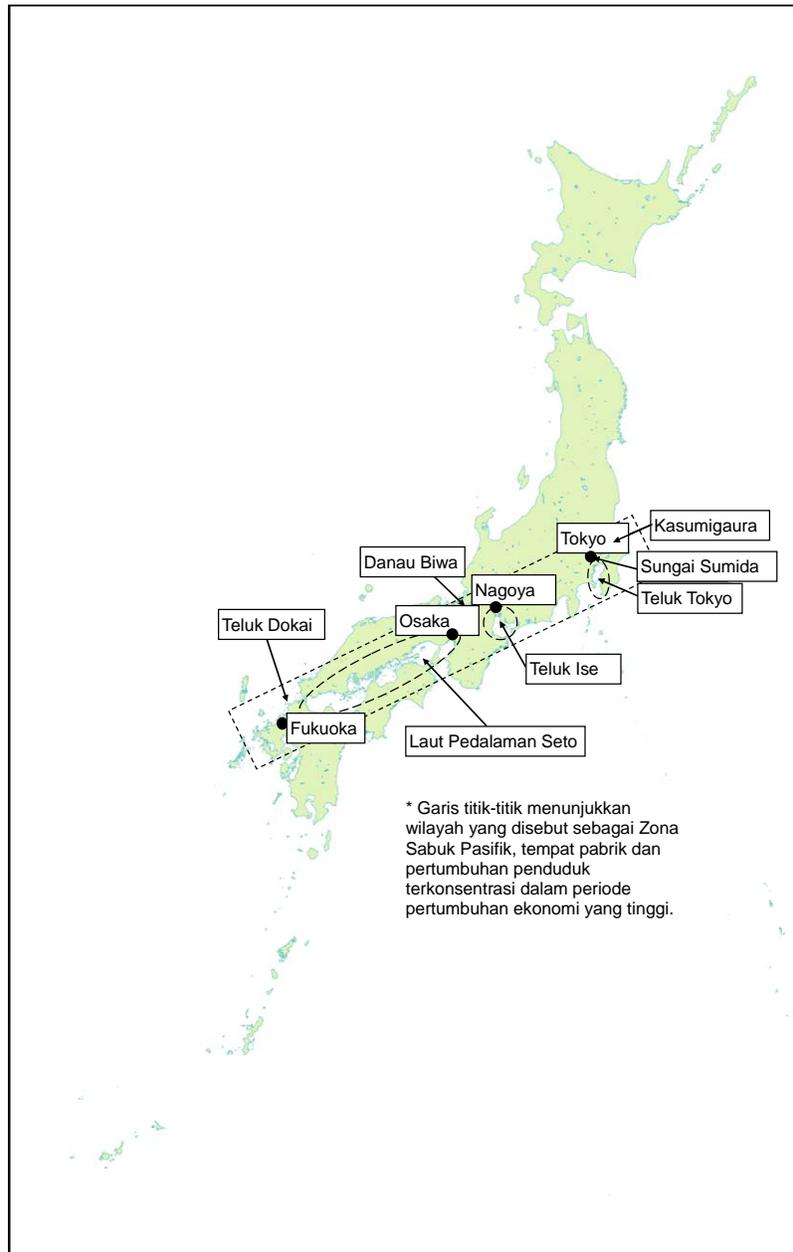
Gambar A.1 Transisi tingkat pertumbuhan ekonomi di Jepang dan negara-negara Asia Timur



Gambar A.2 Transisi PDB per kapita Jepang (dengan penyesuaian harga dan berdasarkan dolar)

Periode waktu ini disebut sebagai periode pertumbuhan ekonomi yang tinggi di Jepang. Periode ini menyaksikan kemakmuran ekonomi dan juga masalah polusi yang semakin memburuk, termasuk polusi air dan polusi udara.

Pada waktu itu, pertumbuhan ekonomi yang besar ada di daerah yang disebut sebagai Zona Sabuk Pasifik (Pacific Belt Zone), seperti yang ditunjukkan pada Gambar A.3. Satu demi satu pabrik dibangun, dan populasi juga terkonsentrasi di daerah ini. Kepadatan penduduk wilayah perkotaan di Jepang pada tahun 1970 adalah 8,689 jiwa/km<sup>2</sup>. Karena adanya pertumbuhan industri dan konsentrasi penduduk, sejumlah besar beban polutan dihasilkan, dan ini menyebabkan polusi air yang serius di banyak bagian negara tersebut. Beberapa contoh ditunjukkan di bawah ini.



Gambar A.3 Contoh wilayah tempat polusi air terjadi

- i) Sungai Sumida: Sungai Sumida, sebuah sungai perkotaan, merupakan pengalihan Sungai Arakawa dan mengalir melalui wilayah perkotaan Tokyo ke Teluk Tokyo, dengan populasi sebesar 4,3 juta jiwa di DAS-nya. Gradien sungainya, sebesar 1/10.000, ada pada tingkat sedang dan sungai ini memiliki sifat stagnasi yang tinggi karena pengaruh pasang surut air, sampai tingkat tertentu sehingga air sungainya memerlukan waktu selama 3 sampai 4 hari untuk mengalir sejauh 23,5km

dari titik pengalihan dari Sungai Arakawa sampai ke mulut Sungai Sumida. Icfish dan kerang air tawar dahulu ditangkap di sungai tersebut, tetapi kualitas airnya memburuk karena pertumbuhan penduduk dan pembangunan pabrik kimia dan perusahaan pencelupan yang meningkat di bagian hulu sungai tersebut menyebabkan limbah rumah tangga dan limbah industri dibuang ke sungai tersebut dalam jumlah besar tanpa pengolahan atau tanpa pengolahan yang memadai. Pada tahun 1962, Kebutuhan Oksigen Kimia-nya (COD) diukur setinggi 63mg/l, dan gas beracun yang dihasilkan dari sungai tersebut mengotori patung-patung Budha dari emas dan tembaga yang terkenal di Kuil Sensoji yang berada di dekatnya. Kemudian, dengan pengembangan sistem pembuangan limbah kota dan langkah-langkah pengendalian/pemindahan limbah yang diterapkan di pabrik-pabrik, kualitas airnya dipulihkan secara bertahap. Saat ini, COD-nya 5mg/l, tingkat yang secara umum memenuhi Standar Kualitas Lingkungan untuk Polusi Air.

ii) Teluk Dokai: Teluk Dokai merupakan teluk dalam kecil dengan panjang 13km dan kedalaman rata-rata 7m. Teluk tersebut terletak di Kitakyushu, sebuah kota industri di Jepang. Selama musim ramainya dahulu, teluk ini dipenuhi oleh sebanyak 1.032 pabrik, antara lain untuk pekerjaan besi, pekerjaan logam, mesin, pembuatan kapal, bahan kimia, pembuatan keramik, semen, dan makanan. Limbah industri yang tidak diolah dari pabrik-pabrik ini menyebabkan polusi air yang serius. Menurut sejumlah survei yang dilakukan dari tahun 1968 sampai tahun 1969, situasinya telah memburuk sampai tingkat tertentu hingga nilai KOK maksimumnya 74,6mg/l dan oksigen terlarutnya 0, tingkat di mana Teluk Dokai disebut sebagai “laut kematian.” Beberapa orang mengatakan bahwa polusinya dapat menyebabkan sekrap kapal di teluk tersebut meleleh. Di Teluk Dokai, sebagian besar beban aliran masuknya dibawa masuk oleh limbah dari pabrik. Limbah dari pabrik menyumbang 98% dari beban COD buangan total. Keprihatinan atas kualitas air teluk tersebut yang terus menguat membangkitkan kesadaran perusahaan, dan, di satu demi satu pabrik, fasilitas pengolahan limbah dibangun. Selain itu, pengerukan menghilangkan lapisan dasar teluk tersebut yang terkena polusi. Sebagai hasil langkah-langkah ini, kualitas airnya dipulihkan dengan cepat, sehingga, pada tahun 1973, kualitas airnya memenuhi sebagian besar nilai standar lingkungan.

iii) Laut Pedalaman Seto: Laut Pedalaman Seto, yang dikelilingi oleh Honshu, Shikoku dan Kyushu, merupakan laut tertutup yang mencerminkan laut tertutup di Jepang. Laut tersebut memiliki wilayah seluas 23.203km<sup>2</sup>, dengan populasi kurang-lebih sebanyak 30 juta jiwa di DAS-nya. Sejak zaman dahulu, keindahan pemandangannya telah dipuji dan disebut dalam puisi-puisi Jepang. Laut Pedalaman Seto dahulu kaya akan sumber daya perikanan. Akan tetapi, selama periode pertumbuhan ekonomi tinggi, pabrik pengerjaan besi, pembuatan kapal, dan petrokimia dibangun dalam jumlah besar di sepanjang pantai Laut Pedalaman Seto, dan limbah industri buangan menyebabkan kualitas airnya menurun kembali. Operasi penimbunan untuk lokasi pabrik menyebabkan menurunnya kondisi pantai alamiah. *Red tide* mulai muncul sejak akhir tahun 1950-an, dan, kemudian, secara berangsur-angsur menjalar ke seluruh Laut Pedalaman Seto,

yang menyebabkan menjalarnya kerusakan perikanan. Pada waktu itu, Laut Pedalaman Seto disebut sebagai laut kematian. Pada tahun 1972, *red tide* menyebabkan melemahnya dan matinya 14 juta ikan ekor kuning yang dibudidayakan. Para nelayan mengajukan gugatan ganti rugi dan perintah untuk mengendalikan limbah pabrik terhadap pemerintah pusat, dua kota yang membuang feses di Harimanada, dan sepuluh perusahaan pembuang limbah pabrik. Di Laut Pedalaman Seto, sebanyak 50% dari beban buangan polutan COD yang terkandung dalam limbah industri telah dikurangi sejak tahun 1973, yang mengakibatkan penurunan jumlah kejadian *red tide* secara signifikan. Sejak tahun 1979, TPLCS telah diterapkan secara berkelanjutan. Tren kualitas air yang menurun dikendalikan dan kualitas airnya terus meningkat.

iv) Danau Biwa: Danau Biwa merupakan danau terbesar di Jepang dengan wilayah seluas 670km<sup>2</sup>. Hingga sekitar tahun 1930-an, danau tersebut disebut sebagai danau oligotrofik dan Hokko (Danau Utara) terlihat memiliki tingkat kejernihan tidak kurang dari 10m. Namun, karena pertumbuhan penduduk, perkembangan industri, dan modernisasi kehidupan masyarakat, peningkatan polutan aliran masuk menjadi jelas sejak sekitar akhir tahun 1960-an. Sebagai akibatnya, kualitas airnya begitu memburuk sehingga kegagalan filtrasi mulai terlihat di fasilitas pemurnian dari sekitar tahun 1960. Dari sekitar tahun 1970, air keran berbau busuk dan rasanya tidak enak. Selain itu, dari sekitar tahun 1972, *red tide* mulai muncul, yang mengarah ke serangan besar pada tahun 1977. Dari tahun 1983, alga biru dan hijau mulai terlihat di lepas pantai Nanko (Danau Selatan). Penurunan kondisi lingkungan ini meningkatkan kesadaran masyarakat untuk melindungi Danau Biwa dan, untuk mengurangi masukan fosfor, yang merupakan penyebab *red tide*, kampanye pengendalian sukarela diprakarsai untuk menentang penggunaan fosfat untuk detergen. Dipicu oleh aktivitas kampanye yang semakin meningkat ini, Ordonansi tentang Pencegahan Eutrofikasi di Biwa-ko<sup>8</sup> diberlakukan pada tahun 1980, yang melarang pemasaran dan pemakaian detergen sintesis rumah tangga yang mengandung fosfor. Selain itu, langkah-langkah pengendalian limbah dengan sasaran nitrogen dan fosfor mulai diterapkan untuk pabrik. Kemudian, pada tahun 1984, upaya yang komprehensif dimulai berdasarkan Undang-Undang tentang Tindakan-Tindakan Khusus bagi Pelestarian Kualitas Air Danau. Saat ini, tren kualitas air yang memburuk telah dihentikan dan kualitas airnya terus meningkat.

## **(2) Permulaan langkah-langkah penanganan lingkungan akuatik dan pengembangannya**

Dalam kondisi ini, pada sekitar tahun 1970 inilah, ketika tingkat pertumbuhan ekonomi yang tinggi mendekati masa akhirnya, langkah-langkah penanggulangan mulai mengambil bentuk tertentu.

Undang-Undang Pokok tentang Pengendalian Polusi Lingkungan diberlakukan pada tahun 1967 dan Standar Kualitas Lingkungan untuk Polusi Air ditetapkan untuk wilayah perairan umum di seluruh negara tersebut. Undang-Undang tentang Pengendalian Polusi Air diberlakukan pada tahun

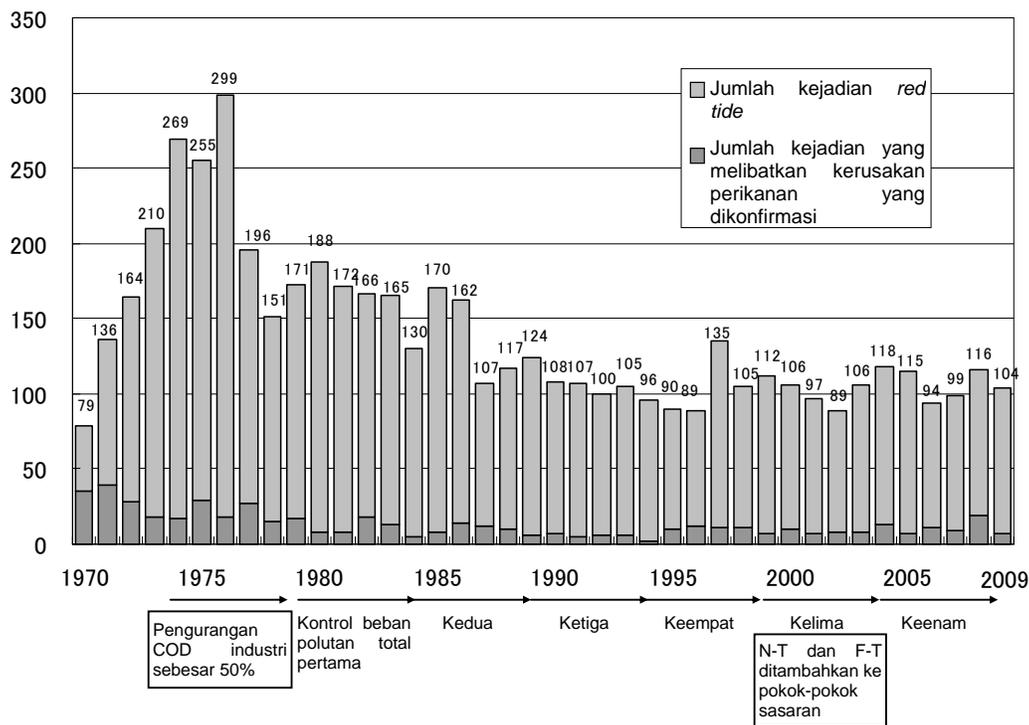
---

<sup>8</sup> Di Jepang, undang-undang yang dirumuskan oleh prefektur dan kota di dalam rentang sistem perundang-undangan nasional disebut sebagai ordinansi.

1970 dan standar limbah ditetapkan serta penerapan ketentuan hukuman langsung terhadap para pelanggar standar limbah di seluruh negara tersebut sejalan dengan regulasi tentang limbah industri. Pada saat yang sama, sebagaimana ditetapkan dalam undang-undang dan regulasi ini, ketika membangun pabrik baru atau memperluas yang sudah ada, pihak penyelenggara diwajibkan untuk memberikan pemberitahuan tentang status jumlah limbah, status polusi limbah, dan metode pengolahan air limbah. Jika proyek pengolahan air limbah mereka tidak memadai, Gubernur Prefektur dapat menginstruksikan atau memerintahkan mereka untuk mengubah rancangan mereka.

Undang-Undang Sementara tentang Konservasi Lingkungan Laut Pedalaman Seto diberlakukan karena Laut Pedalaman Seto, yang disebut sebagai laut kematian karena kualitas airnya sangat kritis pada tahun 1973, dan karena permohonan dari 11 prefektur pesisir dan 3 kota utama kepada pemerintah pusat. Undang-undang ini, yang dirumuskan khusus untuk Laut Pedalaman Seto, menetapkan pengurangan beban COD yang terkandung dalam limbah industri sebesar 50%, yang dapat dianggap sebagai konsep TPLCS baru Jepang. Untuk melestarikan kualitas air Laut Pedalaman Seto, dianggap perlu untuk mengurangi beban buangan secara secara terpercaya dan segera dengan target pabrik yang diidentifikasi sebagai sumber polutan utama.

Metode yang digunakan untuk mengurangi beban polutan total adalah dengan menetapkan jumlah pengurangan untuk 11 prefektur, yang kemudian akan menetapkan standar limbah untuk memenuhi jumlah pengurangan yang ditetapkan dan menerapkan standar tersebut. Karena data tentang jumlah limbah dari pabrik dan kualitas air diperlukan untuk melaksanakan tugas-tugas ini, ke-11 prefektur pesisir tersebut dan badan lain melakukan survei tentang kualitas air limbah di kurang-lebih 1.900 titik pabrik, sungai, dan laut. Sementara itu, karena beban buangan polutan di masing-masing prefektur, yang akan digunakan sebagai dasar pengurangan, belum dihitung, beban tersebut kemudian dihitung dengan menggunakan metode berikut: Pertama, jumlah limbah untuk masing-masing kategori usaha diperoleh dengan mengalikan nilai pengiriman rata-rata di prefektur terkait dengan jumlah rata-rata air untuk industri dan mengurangi jumlah tersebut dengan jumlah penguapan. Kemudian, jumlah limbah yang diperoleh untuk masing-masing kategori usaha dikalikan kualitas air limbah rata-rata masing-masing kategori usaha untuk menemukan beban buangan polutannya. Dengan cara ini, langkah-langkah untuk mengurangi COD yang terkandung dalam limbah industri sebesar 50% mulai diterapkan pada tahun 1974. Tujuannya adalah untuk mencapai tujuan 5 tahunan. Hasilnya adalah bahwa kualitas airnya meningkat dan, sejak saat itu, terus meningkat.



Gambar A.4 Perubahan jumlah kejadian *red tide* di Laut Pedalaman Seto

Pada tahun 1970-an, investasi perusahaan untuk peralatan pencegah polusi meningkat pesat dan penerapan penanggulangan mengalami kemajuan secara nyata. Ini karena, selain memuncaknya krisis masalah lingkungan di seluruh lapisan masyarakat, perusahaan, di pihak mereka, mendapatkan momentum untuk menerapkan langkah-langkah pencegahan polusi dari sudut pandang tanggung jawab sosial dan langkah-langkah pendukung juga ditetapkan, termasuk pinjaman dengan suku bunga rendah dari lembaga keuangan pemerintah dan kredit pajak.

Untuk pengolahan limbah rumah tangga, pembangunan sistem pembuangan limbah diupayakan sesuai rencana. Sistem pembuangan limbah mempunyai berbagai tujuan, termasuk pembuangan air hujan di kota dan sanitasi umum, tetapi, dengan direvisinya Undang-Undang tentang Limbah pada tahun 1970, pelestarian kualitas air perairan umum ditetapkan secara eksplisit sebagai tujuan sistem pembuangan limbah. Pada tahun 1970, tingkat pembangunan sistem pembuangan limbah hanya sebesar 16%. Sebagai hasil penyuntikan dana secara berkelanjutan untuk membangun sistem pembuangan sampah dengan rasio rata-rata tahunan terhadap PDB sebesar 0,6% sampai 0,7% dari tahun 1975 sampai tahun 2002, tingkat penyebarannya mencapai 65% pada tahun 2002. Selain itu, pembangunan sistem pembuangan sampah berskala kecil telah diupayakan di daerah pedesaan.

Berkat upaya-upaya ini, penurunan kondisi lingkungan akuatik di Jepang dapat ditekan dan

menjadi lebih baik.

### **(3) Pengenalan TPLCS berskala penuh**

Di Jepang, pengenalan TPLCS berskala penuh dimulai berdasarkan Undang-Undang tentang Pengendalian Polusi Air dan revisi Undang-Undang tentang Tindakan-Tindakan Khusus bagi Konservasi Lingkungan Laut Pedalaman Seto pada tahun 1979. Gambaran umum tentang TPLCS dapat dijelaskan sebagai berikut:

- i) Kontrol beban polutan total diimplementasikan di laut tertutup, perairan umum yang luas di mana limbah dari aktivitas rumah tangga dan aktivitas usaha, karena adanya konsentrasi penduduk dan industri, mengalir dalam jumlah besar jika sulit untuk memenuhi Standar Kualitas Lingkungan untuk Polusi Air hanya dengan pengendalian limbah (wilayah sasarannya ditentukan di Teluk Tokyo dan Teluk Ise, selain di Laut Pedalaman Seto).
- ii) Tujuan pengurangan untuk tahun fiskal sasaran ditetapkan dengan menghitung beban polutan total untuk masing-masing sumber di sektor industri, rumah tangga, dan sektor lain (pertanian, peternakan, hutan, kawasan terbangun, dan akuakultur).
- iii) Tujuan pengurangan merupakan jumlah yang ditunjukkan untuk dikurangi, sedapat mungkin, dengan mempertimbangkan tren penduduk dan industri, tingkat pengolahan air limbah atau cairan limbah, dan prospek pembangunan sistem pembuangan limbah.
- iv) Ketika menerapkan TPLCS, Menteri Lingkungan merumuskan Kebijakan TPLCS, yang menentukan tujuan pengurangan untuk masing-masing prefektur (termasuk ibu kota). Berdasarkan kebijakan ini, masing-masing Gubernur Prefektur merumuskan rencana kontrol beban polutan total yang berisi tujuan pengurangan untuk masing-masing sumber dan metode untuk mencapai tujuan tersebut.
- v) Bersamaan dengan ini, Menteri Lingkungan menetapkan kisaran yang digunakan dalam menetapkan nilai C untuk Standar Kontrol Beban Polutan Total yang berdasarkan kategori usaha untuk pabrik dan perusahaan.
- vi) Prefektur-prefektur terkait (termasuk ibu kota) merumuskan Standar Kontrol Beban Polutan Total yang berdasarkan kategori usaha mereka sendiri untuk pabrik dan perusahaan yang akan diatur, berdasarkan rencana kontrol beban polutan total mereka sendiri, dalam rentang yang ditentukan oleh Menteri Lingkungan.

Namun, pada waktu itu, secara teknis sulit untuk mengukur limbah pabrik secara otomatis dan secara langsung dan sistem pemantauannya belum ditetapkan secara penuh. Orang-orang yang terlibat dalam sistem ini sadar bahwa ada beberapa tantangan seperti yang terdaftar di atas dalam melaksanakan sistem tersebut. Namun, mengingat urgensi pelestarian kualitas air, diputuskan bahwa pelebagaan TPLCS perlu segera diupayakan dan diterapkan secara terus-menerus, sejalan dengan upaya untuk mengatasi tantangan-tantangan tersebut. Tahap pertama TPLCS dimulai pada tahun

1980. Mengenai tantangan-tantangan tersebut, langkah-langkahnya diterapkan selama tahap pertama TPLCS tersebut.

Tahun sasaran tahap pertama TPLCS ditetapkan untuk tahun 1984 (5 tahun kemudian) dan, dalam tahap-tahap selanjutnya, masing-masing tahun sasaran ditetapkan untuk setiap 5 tahun, untuk melanjutkan TPLCS hingga saat ini.

Pada tahap pertama TPLCS, pada tahun 1979, pokok-pokok sasaran kontrol beban polutan total dibatasi hanya untuk COD. Meskipun kontrol beban polutan total untuk nitrogen dan fosfor, yang merupakan penyebab eutrofikasi, juga diperlukan untuk melestarikan lingkungan akuatik laut tertutup, karena terbatasnya pengetahuan ilmiah tentang pengaruh nitrogen dan fosfor terhadap kualitas air dan belum matangnya teknologi pengolahan limbah untuk menghilangkan polutan pada waktu itu, elemen-elemen ini tidak dimasukkan ke dalam sasaran regulasi. Namun, diketahui kemudian bahwa langkah-langkah pengurangan unsur hara diperlukan. Pengurangan tersebut diupayakan dengan petunjuk administratif untuk pabrik dan perusahaan<sup>9</sup>. Pada waktu itu, beban buangan nitrogen dan fosfor juga mulai dikurangi, berkat pengaruh gabungan penggunaan detergen bebas fosfor yang meningkat dan pengembangan dan pemasaran detergen bebas fosfor oleh produsen detergen, sebagai tanggapan terhadap petunjuk pengurangan, di samping kesadaran konsumen untuk melestarikan lingkungan akuatik. Nitrogen dan fosfor ditambahkan ke pokok-pokok sasaran TPLCS yang ke-5, yang dimulai pada tahun 2001.

Sebagai hasil upaya-upaya ini, beban buangan polutan telah dikurangi secara terus-menerus. Penurunan lingkungan akuatik laut telah dikendalikan dan kondisi lingkungan tersebut terus meningkat. Akan tetapi, laju peningkatan tersebut lambat dan memakan waktu lama. Alasannya dianggap terletak pada fakta bahwa, karena unsur hara telah terakumulasi dalam jumlah yang besar di lapisan dasar di masa lalu dan unsur hara tersebut mencair keluar dari lapisan tersebut. Bahkan jika beban buangan polutan yang baru mengalir masuk telah dikurangi, perlu waktu yang lama agar kualitas air meningkat. Baru-baru ini, kualitas air telah meningkat dengan pesat di beberapa bagian Laut Pedalaman Seto dan menjadi perhatian bahwa, pada beberapa musim, bagian-bagian tersebut kekurangan unsur hara untuk budi daya rumput laut merah. Mengenai bagian-bagian laut tersebut, saat ini sedang dibahas bahwa perubahan perspektif secara radikal mungkin diperlukan dari hanya mengurangi beban buangan polutan ke mengatur polutan total untuk mempertahankan tingkat unsur hara tertentu.

---

<sup>9</sup> Pemerintah memberikan instruksi tentang pengurangan fosfor di Laut Pedalaman Seto sejak tahun 1980 dan nitrogen ditambahkan ke pokok-pokok sasaran pada tahun 1996. Sejak tahun 1982, pemerintah memberikan instruksi tentang pengurangan fosfor di Teluk Tokyo dan Teluk Ise.

## Bahan Referensi 2: Metode penghitungan beban buangan polutan

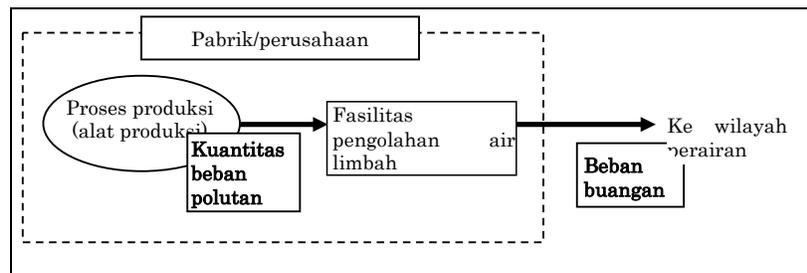
Ketika menghitung beban buangan polutan, sumber-sumbernya sebaiknya diklasifikasikan ke dalam 7 kategori (industri, rumah tangga, peternakan, tanah pertanian, kawasan terbangun, hutan, dan akuakultur). Beban buangan untuk masing-masing kategori sebaiknya dihitung.

Data hasil pengukuran aktual sebaiknya digunakan untuk menghitung beban buangan sejauh data tersebut tersedia. Jika data tersebut tidak tersedia, beban buangan polutan per hewan ternak dan luas tanah pertanian sebaiknya ditetapkan sebagai ukuran dasar yang akan digunakan dalam penghitungan.

### (1) Metode penghitungan beban buangan

#### i) Sumber industri

Cari gambaran beban buangan untuk masing-masing pabrik atau perusahaan (hitung — Jumlah limbah  $\times$  Konsentrasi = Beban buangan — untuk masing-masing pabrik dan perusahaan). Jika pabrik atau perusahaan tersebut tidak memiliki fasilitas pengolahan limbah sendiri dan limbahnya dibuang tanpa pengolahan, kuantitas masing-masing beban polutannya adalah beban buangannya.



- Perusahaan dalam hubungannya dengan tersedianya data tentang jumlah dan konsentrasi limbah: Gunakan data tersebut untuk menghitung beban buangan.
- Perusahaan dalam hubungannya dengan tidak tersedianya data tentang jumlah dan konsentrasi limbah: Beban buangan dari jenis usaha dan barang produksi perusahaan tersebut sebaiknya dihitung dengan metode rasio. Tergantung kondisinya, metode-metode berikut dapat diterapkan:

- Konsentrasi limbahnya diketahui, tetapi jumlah limbahnya tidak.

Jumlah limbahnya sebaiknya diperkirakan dari penggunaan air untuk industri.

- Jumlah limbahnya diketahui, tetapi konsentrasi limbahnya tidak.

Konsentrasi limbah masing-masing pabrik sebaiknya diperkirakan dari konsentrasi limbah pabrik yang jenis usahanya serupa dan kuantitas beban polutannya sebaiknya dihitung. Jika

pabrik tersebut tidak dilengkapi dengan fasilitas pengolahan air limbah, kuantitas beban polutannya adalah beban buangnya, tetapi, jika pabrik tersebut dilengkapi dengan fasilitas tersebut, beban buangnya dikalikan tingkat penghilangan fasilitas pengolahan air limbah (yang disebut sebagai tingkat ekstraksi). Tingkat ekstraksinya diperkirakan dari masing-masing metode pengolahan air limbah.

- Jika baik jumlah limbah ataupun konsentrasinya tidak diketahui.

Kuantitas beban polutan per produksi atau nilai produksi untuk masing-masing jenis usaha sebaiknya ditetapkan sebagai ukuran dasar dan digunakan dalam penghitungan.

Ukuran dasar tersebut perlu ditetapkan berdasarkan alasan. Untuk itu, data limbah pabrik dan perusahaan yang representatif sebaiknya dikumpulkan. Ukuran dasar tersebut sebaiknya ditetapkan berdasarkan data tersebut. Jika perlu, pengukuran limbah aktual, sejauh mungkin, sebaiknya dilakukan.

Untuk pabrik dan perusahaan, perlu untuk mempertimbangkan tidak hanya pabrik tetapi juga fasilitas lain yang menghasilkan beban buangan polutan. Fasilitas-fasilitas ini mencakup tempat makan, hotel, toko, bengkel, Stasiun Pengisian Bahan Bakar untuk Umum (SPBU), binatu, dan rumah sakit.

#### ii) Sumber rumah tangga

Limbah rumah tangga diklasifikasikan ke dalam feses dan limbah rumah tangga yang lainnya (yang disebut sebagai air limbah rumah tangga). Feses memiliki konsentrasi polutan yang tinggi dan ini juga diolah dari sudut pandang sanitasi umum. Air limbah rumah tangga merupakan limbah dari memasak, mencuci baju dan sejenisnya, mandi, dan aktivitas membersihkan yang lainnya dan memiliki konsentrasi limbah yang lebih rendah daripada feses. Oleh karena itu, dalam beberapa kasus, feses dipisahkan dari air limbah rumah tangga dan hanya feses yang diolah. Ini juga yang terjadi dalam beberapa contoh di Jepang.

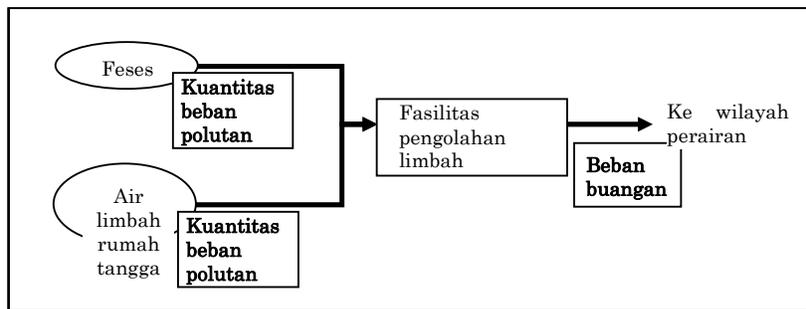
Pertama, tetapkan ukuran dasar untuk kuantitas beban polutan per kapita. Karena ukuran dasarnya berbeda-beda tergantung pada perbedaan kebiasaan makan dan gaya hidup, jika ukuran dasarnya belum ditetapkan, sudah sepatutnya untuk menentukan ukuran dasar tersebut dengan melakukan pengukuran aktual, tetapi ukuran dasar lain yang digunakan di Jepang atau negara lain dapat menjadi referensi. Ukuran dasar yang digunakan di Jepang adalah sebagai berikut:

**Tabel B.1 (Referensi) Ukuran dasar untuk kuantitas beban polutan rumah tangga yang umum digunakan di Jepang (g/orang/hari)**

|                         | COD (Mn) | Nitrogen total | Fosfor total |
|-------------------------|----------|----------------|--------------|
| Feses                   | 10,1     | 9,0            | 0,77         |
| Air limbah rumah tangga | 19,2     | 2,8            | 0,41         |

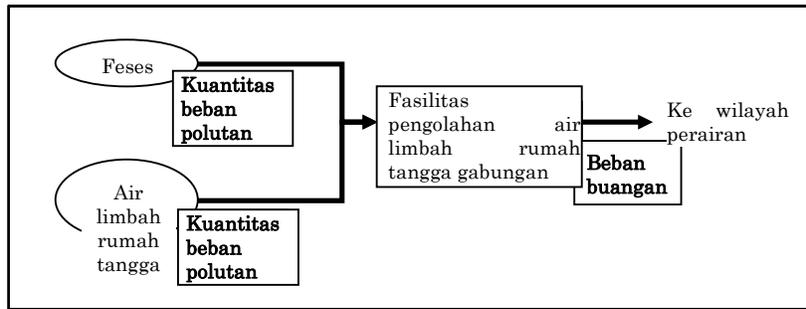
Di Jepang, pengolahan limbah rumah tangga diklasifikasikan ke dalam empat jenis dan beban buangnya dihitung berdasarkan populasi sasaran untuk masing-masing jenis. Metode penghitungan beban buangan untuk masing-masing jenis dijelaskan di bawah ini.

- a) Pengolahan di fasilitas pengolahan limbah: Air limbah dibawa lewat saluran sistem pembuangan limbah ke fasilitas pengolahan limbah untuk diolah.



- o Data hasil pengukuran limbah dari fasilitas pengolahan limbah sebaiknya digunakan.
- o Jika data limbah tidak tersedia, kuantitas beban polutan dapat dihitung dari populasi sasaran sistem pembuangan sampah. Setelah menetapkan tingkat ekstraksi metode pengolahan di fasilitas pengolahan limbah, beban buangan dapat dihitung.

- b) Pengolahan di fasilitas pengolahan air limbah rumah tangga gabungan: Di wilayah yang tidak dibangun sistem pembuangan sampah, Johkasou dipasang untuk masing-masing rumah tangga atau beberapa rumah tangga untuk mengolah air limbah. Di antara Johkasou-Johkasou ini, Johkasou yang mengolah baik fekes maupun air limbah rumah tangga disebut sebagai fasilitas pengolahan air limbah rumah tangga gabungan.



- Sebaiknya digunakan data hasil pengukuran limbah dari fasilitas pengolahan air limbah rumah tangga gabungan.
- Jika data limbah tidak tersedia, datanya sebaiknya dihitung dengan menggunakan metode rasio. Dalam kasus ini, setelah menghitung kuantitas beban polutan, tingkat ekstraksi sebaiknya diperkirakan dengan menggunakan metode pengolahan Johkasou dan penghitungan metode rasio sebaiknya dilakukan.
- Tingkat ekstraksi tipikal yang digunakan di Jepang adalah COD = 80%, nitrogen total = 25%, dan fosfor total = 35%.

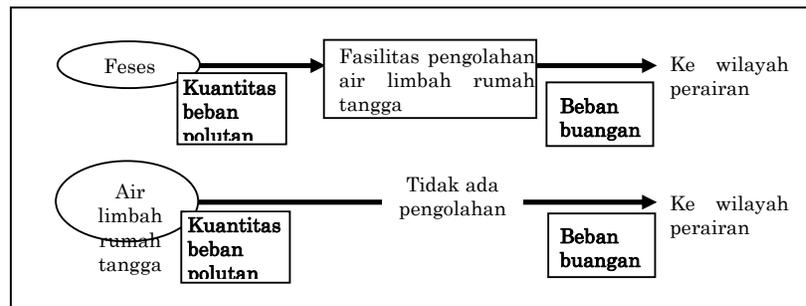
Tabel B.2 (Referensi) Ukuran dasar untuk beban buangan yang umum digunakan di Jepang ketika limbah rumah tangga diolah di fasilitas pengolahan air limbah rumah tangga gabungan (g/orang/hari)

|                         |   | COD (Mn) | Nitrogen total | Fosfor total |
|-------------------------|---|----------|----------------|--------------|
| Kuantitas beban polutan | Feses   | 10,1     | 9,0            | 0,77         |
|                         | Limbah rumah tangga selain feses (yang disebut sebagai Air limbah rumah tangga) | 19,2     | 2,8            | 0,4          |
|                         | Total   | 29,3     | 11,8           | 1,18         |
| Rasio ekstraksi         |   | 80%      | 25%            | 35%          |
| Beban buangan Total     |   | 5,86     | 8,85           | 0,77         |

Sementara itu, fasilitas pengolahan air limbah rumah tangga gabungan untuk pengolahan lanjutan yang dapat menghilangkan nitrogen dan fosfor dengan cepat telah dikembangkan baru-baru ini dan penyebarluasannya sedang digiatkan. Ketika menggunakan fasilitas pengolahan air limbah rumah tangga gabungan untuk pengolahan lanjutan tersebut, tingkat ekstraksi sebaiknya ditetapkan pada nilai yang lebih tinggi tergantung pada kinerjanya.

c) Pengolahan di fasilitas pengolahan air limbah rumah tangga: Di antara berbagai Johkasou, Johkasou yang hanya mengolah feses disebut sebagai fasilitas pengolahan air limbah rumah tangga. Metode ini membuang air limbah rumah tangga selain feses tanpa pengolahan.

Di Jepang, pemasangan Johkasou telah digiatkan untuk memfasilitasi peralihan dari toilet dip-up ke toilet siram sebagai bagian dari proyek untuk meningkatkan kehidupan pertanian dan fasilitas-fasilitas pengolahan air limbah rumah tangga sebagian besar dipasang di bawah proyek tersebut. Karena fasilitas pengolahan air limbah rumah tangga tidak dapat mengolah air limbah rumah tangga selain feses maupun menghilangkan kandungan COD, nitrogen, dan fosfor dalam feses dengan cepat, pembangunan jenis fasilitas ini dilarang sekarang ini. Banyak yang sudah beralih menggunakan sistem pembuangan sampah dan fasilitas pengolahan air limbah rumah tangga gabungan.

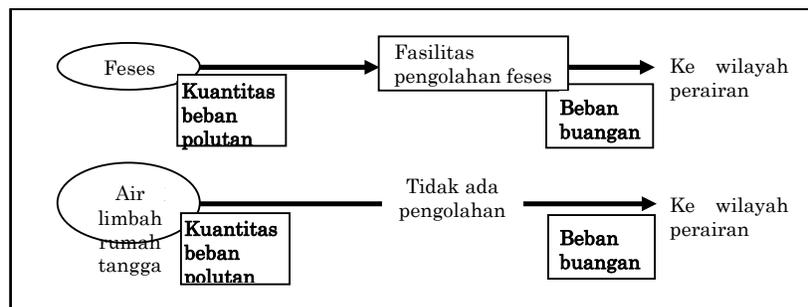


- Gunakan data hasil pengukuran limbah dari fasilitas pengolahan air limbah rumah tangga.
- Jika data limbah tidak tersedia, hitung dengan metode rasio. Dalam kasus ini, hitung kuantitas beban polutan, dan untuk feses, yang diolah di Johkasou, kalikan beban tersebut dengan tingkat ekstraksi; untuk air limbah rumah tangga, yang tidak diolah. Kuantitas beban polutannya sebaiknya digunakan sebagai beban buangnya.
- Tingkat ekstraksi tipikal yang digunakan di Jepang adalah COD = 50%, nitrogen total = 7%, dan fosfor total = 15%.

**Tabel B.3 (Referensi) Ukuran dasar untuk beban buangan yang terkandung dalam limbah rumah tangga yang umum digunakan di Jepang ketika feses diolah di fasilitas pengolahan air limbah rumah tangga (g/orang/hari)**

|                                  |                         | COD (Mn) | Nitrogen total | Fosfor total |
|----------------------------------|-------------------------|----------|----------------|--------------|
| Feses                            | Kuantitas beban polutan | 10,1     | 9,0            | 0,77         |
|                                  | Rasio ekstraksi         | 50%      | 7%             | 15%          |
|                                  | Beban buangan           | 5,05     | 8,37           | 0,65         |
| Limbah rumah tangga selain feses |                         | 19,2     | 2,8            | 0,41         |
| Total                            |                         | 24,25    | 11,17          | 1,06         |

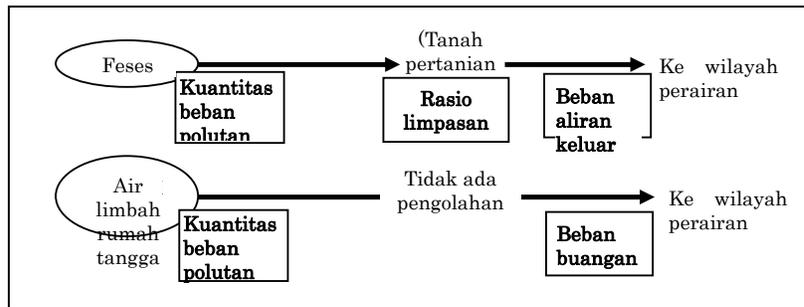
d) Toilet dip-up: Feses diambil dari toilet dip-up dan dibawa dengan mobil vakum ke fasilitas pengolahan feses, di mana feses diolah secara terpusat. Metode ini sudah digunakan di Jepang sejak dahulu, tetapi penggunaan metode ini telah menurun. Dalam metode ini, air limbah rumah tangga dibuang tanpa pengolahan.



o Untuk feses, metode ini menggunakan data hasil pengukuran limbah dari fasilitas pengolahan feses. Untuk air limbah rumah tangga, kuantitas beban polutannya dihitung sebagai beban buangannya.

e) Jika baik feses maupun air limbah rumah tangga dibuang tanpa pengolahan (tidak demikian halnya di Jepang), kuantitas beban polutan dihitung sebagai beban buangan.

Sebagai kemungkinan lain, jika feses dikembalikan ke tanah pertanian, untuk mencegah feses mengalir langsung ke wilayah perairan, rasio limpasan sebaiknya ditetapkan dengan mempertimbangkan pengaruh pemurnian tanah pertanian, dan beban aliran keluar di sungai sebaiknya juga dihitung.



Jika endapan di fasilitas pengolahan limbah atau Johkasou dibiarkan tanpa pengolahan, ini dapat menjadi sebuah sumber. Jumlah yang dihasilkan dan metode pengolahan endapan sebaiknya dinilai.

Status pengolahan endapan saat ini di Jepang dirangkum di Bahan Referensi 5.

### iii) Sumber peternakan

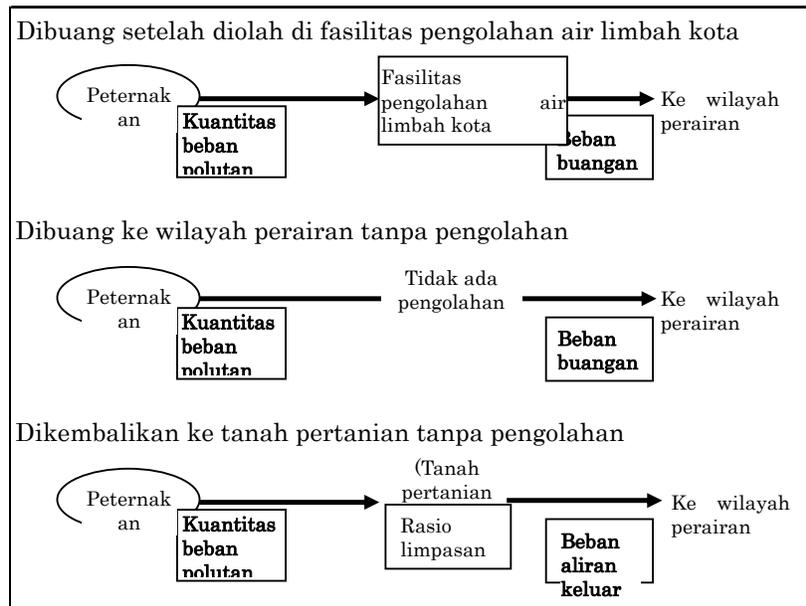
Nilai beban buangan dari kandang ternak ( $\text{hitung limbah} \times \text{konsentrasi}$  (beban buangan dari kandang ternak) = beban buangan) sebaiknya diperoleh.

Dalam kasus di mana ternak dipelihara di pekarangan yang sempit, atau di mana data beban buangan tidak tersedia bahkan jika ternak tersebut dipelihara dalam skala yang besar, metode rasio sebaiknya digunakan dalam penghitungan.

Pertama, ukuran dasar untuk kuantitas beban polutan per hewan ternak sebaiknya ditetapkan. Karena ukuran dasarnya berbeda-beda tergantung pada perbedaan sistem pemberian pakan dan pakannya, jika ukuran dasarnya belum ditetapkan, sudah sepatutnya menentukan ukuran dasar dengan melakukan pengukuran aktual, tetapi ukuran dasar lain yang digunakan di Jepang atau negara lain dapat menjadi referensi. Ukuran dasar yang digunakan di Jepang adalah sebagai berikut:

Tabel B.4 (Referensi) Ukuran dasar untuk kuantitas beban polutan dari peternakan yang umum digunakan di Jepang (g/hewan/hari)

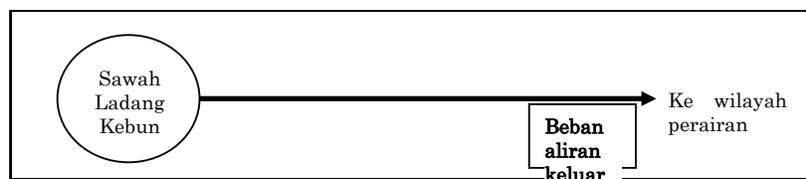
|      | COD (Mn) | Nitrogen total | Fosfor total |
|------|----------|----------------|--------------|
| Sapi | 530      | 280            | 50           |
| Babi | 130      | 40             | 25           |
| Kuda | 530      | 170            | 40           |



- o Jika limbah dibuang setelah diolah di fasilitas pengolahan air limbah kota, ketika menghitung beban buangan dengan menggunakan metode rasio, pertama, kuantitas beban polutan dari ternak sebaiknya dihitung. Tingkat ekstraksi untuk metode pengolahan fasilitas pengolahan tersebut sebaiknya ditetapkan dan beban buangannya sebaiknya dihitung.
- o Jika limbah dibuang ke wilayah perairan tanpa pengolahan, kuantitas beban polutannya adalah beban buangannya.
- o Jika limbah dikembalikan ke tanah pertanian tanpa pengolahan, atau jika ternak dipelihara di pekarangan dan kotorannya tidak mengalir langsung ke wilayah perairan, rasio limpasan perlu ditetapkan. Dalam menetapkan rasio limpasan tersebut, sebaiknya mempertimbangkan jumlah yang dikembalikan sebagai pupuk dan mudahnya kotoran hewan mengalir ke wilayah perairan berdasarkan hubungan letak antara kandang ternak dan wilayah perairan.

iv) Beban sumber bidang dari tanah pertanian

Nilai beban yang dibuang dari tanah pertanian sebaiknya didapat.



Beban ini dihitung dengan menggunakan ukuran dasar per ukuran luas tanah pertanian. Untuk ukuran dasar tersebut, syaratnya adalah menetapkan nilai ini dengan benar-benar mengukur beban tersebut karena ukuran dasarnya berbeda-beda tergantung pada kondisi masing-masing negara dan daerah, seperti jumlah pupuk yang digunakan.

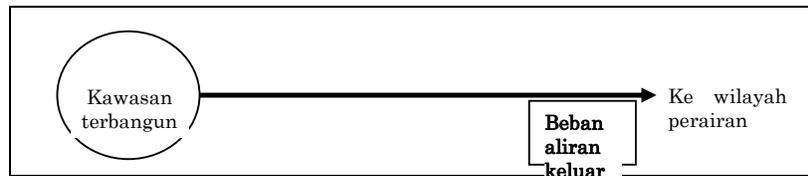
Ukuran dasar tipikal yang digunakan di Jepang adalah sebagai berikut. Ukuran dasar untuk tanah pertanian di Jepang digunakan untuk menghitung beban buangan dengan metode rasio beban buangan.

**Tabel B.5 (Referensi) Ukuran dasar yang umumnya digunakan untuk beban buangan dari tanah pertanian di Jepang (kg/ha/tahun)**

|        | COD (Mn) | Nitrogen total | Fosfor total |
|--------|----------|----------------|--------------|
| Sawah  | 6,4      | 28             | 0,37         |
| Ladang | 3,7      | 28             | 0,37         |
| Kebun  | 3,7      | 28             | 0,37         |

v) Beban dari sumber bidang kawasan terbangun

Nilai beban buangan polutan yang mengalir masuk dari kawasan terbangun dan jalan sebaiknya didapatkan.



Ini dihitung dengan menggunakan ukuran dasar per ukuran luas. Ukuran dasar tersebut harus ditetapkan dengan melakukan pengukuran aktual karena ukuran dasarnya berbeda-beda tergantung pada kondisi negara dan daerah tertentu. Ukuran dasar untuk kawasan terbangun di Jepang digunakan sebagai ukuran dasar untuk menghitung beban buangan dengan metode rasio beban buangan.

**Tabel B.6 (Referensi) Ukuran dasar yang umumnya digunakan untuk beban buangan dari kawasan terbangun di Jepang (kg/ha/tahun)**

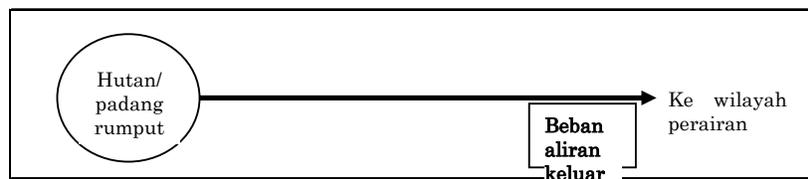
| COD (Mn) | Nitrogen total | Fosfor total |
|----------|----------------|--------------|
| 3,7      | 6,9            | 0,18         |

Ketika menghitung ukuran dasar untuk beban dari sumber bidang, poin-poin berikut perlu dipertimbangkan.

- Jika limbah dibiarkan menumpuk sebagaimana adanya tanpa dikumpulkan atau diolah, limbah tersebut menjadi sumber polusi.
- Jika tempat makan atau binatu dikeluarkan dari penghitungan beban buangan polutan industri, beban buangan polutan dari sumber-sumber polusi ini juga perlu dipertimbangkan.

vi) Beban dari sumber bidang hutan

Nilai beban buangan polutan yang mengalir dari hutan dan padang rumput sebaiknya diperoleh.



Nilai tersebut dihitung dengan menggunakan ukuran dasar per ukuran luas. Ukuran dasar tersebut harus ditetapkan dengan benar-benar mengukur bebannya karena ukuran dasarnya berbeda-beda tergantung kondisi di negara dan daerah terkait.

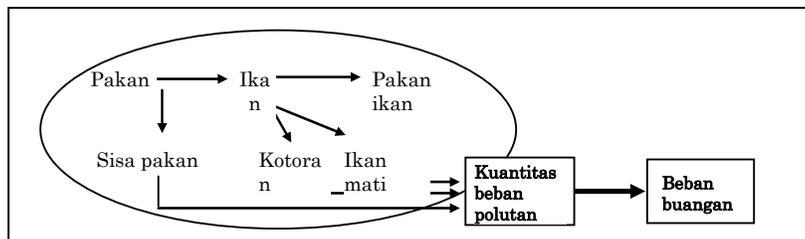
Ukuran dasar tipikal yang digunakan di Jepang adalah sebagai berikut. Ukuran dasar untuk hutan di Jepang digunakan untuk menghitung beban buangan dengan metode rasio beban buangan.

Tabel B.7 (Referensi) Ukuran dasar yang umumnya digunakan untuk beban buangan dari hutan di Jepang (kg/ha/tahun)

| COD (Mn) | Nitrogen total | Fosfor total |
|----------|----------------|--------------|
| 0,91     | 6,9            | 0,18         |

vii) Sumber akuakultur

Dalam akuakultur, jumlah sisa pakan, feses, dan ikan yang mati merupakan sumber beban polutan utama.



Ukuran dasarnya dihitung dengan menggunakan ukuran dasar yang dihasilkan per produksi akuakultur. Ukuran dasar tersebut harus menetapkan nilai ini dengan mengukur beban secara aktual karena bebannya berbeda-beda tergantung pada jenis ikan yang dibudidayakan, metode akuakultur, dan temperatur wilayah perairan akuakultur.

Tabel B.8 (Referensi) Contoh ukuran dasar untuk kuantitas beban polutan per 1.000 kg produksi akuakultur ikan mas (kg/tahun)

| COD (Mn) | Nitrogen total | Fosfor total |
|----------|----------------|--------------|
| 144,9    | 57,2           | 13,1         |

Dengan cara ini, beban buangan dapat dihitung untuk masing-masing sumber. Dengan menjumlah nilai-nilai ini, beban buangan total dapat dihitung.

Jika banyak sungai mengalir ke wilayah perairan sasaran, penjumlahannya sebaiknya dilakukan untuk masing-masing sungai.

Dengan penjumlahan tersebut, beban buangan total dapat diperoleh. Selain itu, karena beban buangan polutan untuk masing-masing sumber dapat diperoleh dengan penjumlahan tersebut, kiranya mungkin untuk mengidentifikasi sumber yang mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap wilayah perairan sasaran. Dengan cara ini, informasi kuantitas dapat disediakan untuk memeriksa poin-poin penanggulangan yang sangat penting ketika mempertimbangkan peningkatan lingkungan akuatik.

Metode untuk menetapkan ukuran dasar yang digunakan untuk beban dari sumber bidang pertanian, kawasan terbangun, dan hutan dirangkum di bagian (2) di bawah ini.

**(2) Metode untuk menetapkan ukuran dasar untuk menghitung beban buangan dari sumber bidang (tanah pertanian, hutan, kawasan terbangun)**

Ketika menghitung beban buangan dari tanah pertanian, hutan, dan kawasan terbangun, penghitungannya umumnya dilakukan dengan menggunakan ukuran dasar. Oleh karena itu, ukuran dasarnya perlu ditentukan. Di Jepang, sejumlah besar penghitungan dilakukan berdasarkan pengukuran aktual selama fase pertama dalam memulai TPLCS, yaitu 20 sampai 30 tahun yang lalu. Karena titik pengukuran yang berbeda sering memberikan nilai numerik dengan kisaran lebih dari sepuluh kali lipat, akan ada kesulitan dalam menetapkan ukuran dasar secara konsisten. Namun, dalam menerapkan TPLCS, ukuran dasar sangat diperlukan untuk memahami beban buangan polutan di DAS dan perlu menetapkan ukuran dasar tersebut sedapat mungkin pada nilai yang memadai untuk menyatakan keadaan yang sebenarnya.

Ukuran dasar yang digunakan dalam TPLCS di Jepang memiliki latar belakang di mana ukuran

dasar tersebut telah ditentukan dengan menggunakan nilai standar yang ditetapkan berdasarkan banyak pengukuran, kumpulan verifikasi tentang konsistensi dengan nilai hasil pengukuran beban buangan polutan di sungai atau laut, dan kumpulan pembahasan para petugas dari pemerintahan kota atau organisasi lain. Ukuran dasar tersebut umumnya digunakan di Jepang sebagai ukuran standar yang paling akurat.

Metode untuk menetapkan ukuran dasar akan dijelaskan di bawah ini dengan referensi panduan yang digunakan di Jepang.

#### i) Konsep dasar

Metode rasio mencakup metode rasio beban buangan (metode untuk menemukan beban buangan dari hasil survei di DAS sasaran) dan metode rasio beban yang dihasilkan (metode untuk menemukan kuantitas beban polutan dari kesetimbangan massa). Metode rasio beban buangan hanya memerlukan pengukuran beban buangan, tetapi metode rasio beban yang dihasilkan memerlukan pengumpulan berbagai informasi termasuk bahan dan gambar statistik, karena metode rasio beban yang dihasilkan mendapati kuantitas beban polutannya dihasilkan dari kesetimbangan massa. Sebagai konsekuensinya, metode rasio beban buangan terutama akan dijelaskan di bawah ini.

Metode rasio beban buangan didasarkan pada survei lapangan (tentang kualitas/volume air) pada titik-titik di mana polutan mengalir dari batas sumber polusi atau DAS ke perairan umum (saluran limbah) dan pengukuran beban buangan langsung. Kiranya relatif mudah untuk menyurvei dengan metode ini. Namun, karena metode ini kadang-kadang menghasilkan perkiraan yang terlalu tinggi yang disebabkan pengukuran ganda beban dari hulu dan perkiraan yang terlalu rendah yang disebabkan ketidakmampuan untuk mengukur beban yang meresap ke dalam tanah, penggunaan metode ini memerlukan ketelitian dan perhatian.

#### ii) Survei untuk penghitungan ukuran dasar

##### a. Metode survei

Untuk memperoleh ukuran dasar untuk beban buangan, perlu untuk memperoleh beban buangan dari sumber bidang dengan melakukan survei volume aliran dan volume air di muara sungai atau saluran limbah untuk menghitung beban tahunan dan dengan mengurangi beban sumber titik Daerah Tangkapan Air (DTA) dari beban tahunan tersebut.

Ketika melakukan survei, poin-poin berikut sebaiknya dipertimbangkan:

- Survei beban sebaiknya dilakukan sepanjang tahun selama masa normal atau banjir.
- Informasi tentang baik masukan (jumlah aliran masuk/masukan debu/pupuk yang digunakan) maupun keluaran (status pembersihan permukaan jalan, hasil pertanian) sebaiknya dikumpulkan dari DAS untuk mengonfirmasi kecukupan titik survei dan waktu survei.
- Ketika melakukan survei untuk mengukur beban dari sumber bidang kawasan terbangun,

- metode yang memungkinkan pemahaman yang benar tentang limpasan aliran pertama selama masa banjir sebaiknya dipilih dan beban aliran masuk selama masa normal sebaiknya disurvei.
- Ketika melakukan survei tentang beban sumber bidang dari tanah pertanian, aliran puncaknya sebaiknya diperoleh dengan benar selama masa banjir. Sifat masing-masing lahan, seperti kondisi tanaman, jenis tanaman, geologi (sifat tanah), medan, dan karakteristik limpasan, perlu dipertimbangkan secara memadai.
  - Ketika melakukan survei beban dari sumber bidang hutan, sebaiknya dikonfirmasi bahwa tidak ada beban buangan dari kategori tanah lain jika hutan tersebut terletak di dataran.

b. Menetapkan titik survei

Survei dilakukan di banyak titik di DAS sasaran, yang sebaiknya meliputi cakupan selebar mungkin untuk meningkatkan keterwakilannya dan untuk meningkatkan tingkat ketelitiannya. Kiranya perlu untuk memahami pemanfaatan tanah dan batas DAS sasaran dengan benar, sehingga beban dari kategori tanah lain tidak akan diukur secara bersamaan.

c. Waktu dan frekuensi survei

Karena pembuangan beban dari sumber bidang dipengaruhi oleh karakteristik curah hujan, variasi musiman, dan aktivitas sosial dan ekonomi, frekuensi surveinya sebaiknya antara 4 sampai 12 kali/tahun (semusim sekali atau sebulan sekali). Survei sebaiknya dilakukan setiap musim sehingga variasi musiman limbah dapat diperoleh. Khususnya untuk tanah pertanian, waktu survei dan frekuensi survei sebaiknya dipertimbangkan berdasarkan jadwal bercocok tanam (waktu pelumatan tanah sawah, waktu tanam padi, waktu pemupukan, metode irigasi, dan pembanjiran musim dingin).

Untuk beban buangan dari sumber bidang, curah hujan sangat perlu untuk dipertimbangkan. Oleh karena itu, dari catatan lama tentang curah hujan di DAS sasaran, karakteristik curah hujan (jumlah curah hujan total, intensitas curah hujan, durasi hujan, dan periode terang) perlu disusun terlebih dahulu dan skala curah hujannya perlu ditetapkan. Karena karakteristik limpasan dari beban sumber bidang dapat dianggap berbeda antara awal dan akhir hujan, setiap peristiwa hujan perlu disurvei sebagai satu kesatuan dengan frekuensi setiap jam untuk memperoleh variasi beban.

### **Bahan Referensi 3: Gambaran umum tentang Standar Kontrol Beban Polutan Total Jepang dan contoh-contoh metode untuk menetapkan nilai standar**

#### **(1) Gambaran umum tentang Standar Kontrol Beban Polutan Total Jepang**

Di Jepang, Standar Kontrol Beban Polutan Total telah dirumuskan untuk mengatur beban buangan dan gambaran umum tentang Standar Kontrol Beban Polutan Total Jepang akan dijelaskan di bawah ini.

Standar Kontrol Beban Polutan Totalnya telah ditetapkan sebagai batas beban buangan polutan yang terkandung dalam limbah per hari yang diperbolehkan untuk masing-masing perusahaan, seperti yang ditunjukkan dalam Tabel C.1.

Tabel C.1 Rumus penghitungan untuk memperoleh Standar Kontrol Beban Polutan Total Jepang

$$L \text{ (Standar Kontrol Beban Polutan Total)} = C \times Q \times 10^{-3}$$

L: Beban buangan polutan yang boleh dibuang (ukuran: kg/hari)

C: Nilai konsentrasi yang ditetapkan secara terpisah untuk COD, nitrogen, dan fosfor (ukuran: mg/l)

Q: Kuantitas limbah tertentu (ukuran: m<sup>3</sup>/hari)

\* Limbah tertentu berarti air yang digunakan untuk usaha atau aktivitas manusia lain di perusahaan tertentu, tidak termasuk air untuk pendinginan dan dekomresi, di mana beban polutan tidak meningkat.

Di Jepang, Standar Kontrol Beban Polutan Total diarahkan pada kategori usaha sasaran tertentu, yang meliputi pabrik dengan jumlah limbah tidak kurang dari 50m<sup>3</sup>/hari, perusahaan, kandang ternak besar, dan fasilitas pengolahan limbah yang terletak di wilayah di mana TPLCS diterapkan.

Kuantitas limbah tertentu adalah nilai yang dilaporkan oleh pabrik dan perusahaan. (Di Jepang, pihak penyelenggara harus memberitahu petugas tentang volume dan kualitas limbah dan metode pengolahan air limbah ketika membangun fasilitas produksi baru atau memperluas yang sudah ada. Jika limbahnya meningkat karena perluasan fasilitas, pemberitahuan lain diperlukan.)

Standar konsentrasi limbah sekarang disediakan untuk 215 kategori usaha dengan mempertimbangkan sifat limbah masing-masing kategori usaha dengan tujuan untuk menetapkan nilai konsentrasi limbah yang adil (yang disebut sebagai nilai C).

Untuk perusahaan yang baru dibangun atau diperluas, dengan asumsi selalu menggunakan teknologi lingkungan yang paling canggih, nilai C yang ketat diterapkan. Sebagai contoh, nilai C untuk COD ditetapkan untuk tiga periode bagian menurut waktu pembangunan dan perluasan

fasilitas produksi di Jepang dan rumus penghitungan Standar Kontrol Beban Polutan Totalnya adalah sebagai berikut:

$$L = (C_o \cdot Q_o + C_i \cdot Q_i + C_j \cdot Q_j) \times 10^{-3}$$

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| Berlaku untuk volume<br>air sebelum tanggal 1<br>Juli 1980. | + | Berlaku untuk volume<br>air yang meningkat<br>antara tanggal 1 Juli<br>1980 dan 30 Juni 1991. | + | Berlaku untuk volume<br>air yang meningkat<br>setelah tanggal 1 Juli<br>1991. |
|---|---|---|---|---|

Mengenai penentuan nilai C, Gubernur Prefektur menetapkan nilai tersebut dengan mempertimbangkan jumlah pengurangan yang diperlukan untuk mencapai beban buangan yang ditetapkan untuk masing-masing prefektur dalam suatu rentang untuk masing-masing kategori usaha. Batas atas dan bawah rentang tersebut ditentukan oleh Menteri Lingkungan.

Ketika menerapkan pengendalian limbah, penting untuk memastikan kepatuhan terhadap standar dengan menetapkan standar tersebut pada tingkat yang dapat dipenuhi dengan melakukan upaya. Oleh karena itu, syaratnya adalah dengan memeriksa standar limbah berdasarkan survei catatan lama tentang drainase dan status pengolahan air limbah sebelumnya daripada langsung menetapkan standar limbah ideal. Selain itu, karena sistem manufaktur dan teknologi manufaktur pabrik memiliki karakteristik regional, karakteristik ini perlu dipertimbangkan dan sebaiknya juga dipertimbangkan bahwa dalam beberapa kasus belum tentu tepat untuk menerapkan standar limbah negara dan daerah lain tanpa adanya penyesuaian.

**(2) Metode untuk menentukan nilai standar (nilai C)**

Di sini ditunjukkan sebuah contoh untuk menentukan nilai C ketika menggunakan Standar Kontrol Beban Polutan Total yang dijelaskan di atas untuk mengatur beban buangan polutan yang terkandung dalam limbah. Ini merupakan metode untuk menentukan nilai tersebut berdasarkan survei lapangan tentang status aktual pabrik dan perusahaan dan dapat diterapkan secara luas karena metode ini berdasarkan konsep untuk mendesak pabrik dan perusahaan yang limbahnya memiliki konsentrasi beban polutan yang tinggi untuk menerapkan langkah-langkah peningkatan yang intensif.

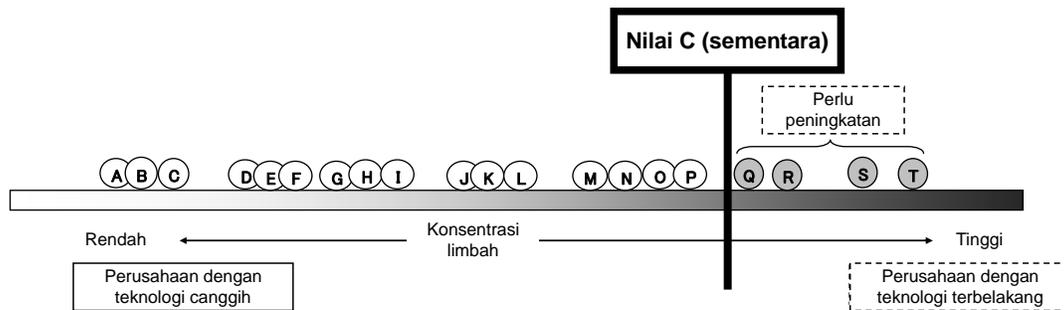
Pertama, pabrik sebaiknya diperingkat secara urut dari yang memiliki konsentrasi polutan yang terendah sampai yang tertinggi untuk masing-masing kategori usaha.

Pabrik yang membuang limbah dengan konsentrasi polutan yang rendah memiliki teknologi produksi dan fasilitas pengolahan air limbah yang canggih, sedangkan pabrik yang membuang limbah dengan konsentrasi polutan yang tinggi memiliki teknologi produksi dan fasilitas pengolahan air limbah yang terbelakang. Jika nilai C sudah ditetapkan, pabrik dan perusahaan yang membuang limbah yang mengandung konsentrai polutan yang lebih tinggi daripada nilai C harus melakukan penanggulangan untuk mengurangi konsentrasi tersebut hingga ke tingkat yang memenuhi nilai C.

Karena Standar Kontrol Beban Polutan Total dihitung dengan mengalikan nilai C dengan jumlah limbah dan merendahkan konsentrasi limbah dengan pengenceran mengakibatkan peningkatan jumlah limbah, ini tidaklah berarti. Sebagai konsekuensinya, pabrik dan perusahaan harus mengambil langkah yang akan mengakibatkan penurunan beban buangan, seperti pemasangan atau pemutakhiran fasilitas pengolahan limbah dan pengoperasian yang aman.

Dalam kasus ini, jumlah pengurangan dihitung sebagai jumlah hasil pengalihan jumlah limbah pabrik atau perusahaan yang membuang limbah dengan konsentrasi polutan yang lebih tinggi daripada nilai C dengan selisih antara konsentrasi limbah dan nilai C. Nilai C sebaiknya ditetapkan pada nilai yang memungkinkan nilai ini sama dengan jumlah tujuan pengurangan.

Gambar C.1 di bawah ini menjelaskan konsep ini.



Gambar C.1 Diagram konseptual untuk menentukan Standar Kontrol Beban Polutan Total

Jika nilai C sementara ditentukan seperti yang ditunjukkan pada Gambar C.1, empat perusahaan, Q, R, S, and T, perlu peningkatan.

Jika jumlah limbah perusahaan Q ditandai dengan Q dan konsentrasi limbahnya dengan q, beban buangan polutan yang harus dikurangi oleh perusahaan Q yang dapat memenuhi nilai C adalah  $Q \times (q - \text{nilai C})$ .

Dengan cara yang sama, jika jumlah limbah ditandai dengan huruf besar dan konsentrasi limbah dengan huruf kecil untuk perusahaan R, S, dan T, jumlah Y, beban buangan polutan yang harus dikurangi oleh keempat perusahaan ini, dinyatakan dengan rumus berikut:

$$Y = Q \times (q - \text{nilai C}) + R \times (r - \text{nilai C}) + S \times (s - \text{nilai C}) + T \times (t - \text{nilai C})$$

Nilai Y yang diperoleh dari persamaan di atas merupakan jumlah pengurangan beban polutan yang sesuai dengan nilai C sementara. Jika nilai Y tersebut sama dengan jumlah tujuan pengurangan beban polutan setiap kali dibandingkan satu dengan yang lainnya, nilai C sementara tersebut

sebaiknya ditetapkan sebagai nilai C aktual. Jika nilai Y tersebut berbeda dengan jumlah tujuan pengurangan, nilai sementara lain sebaiknya ditetapkan untuk nilai C.

Sebaliknya, ketika menentukan nilai C, perlu untuk membuat pengaturan hingga nilai tersebut dapat dipenuhi oleh perusahaan terkait. Salah satu syarat untuk tujuan tersebut adalah dengan menetapkan nilai C, sehingga nilai tersebut tidak melebihi standar teknologi yang dapat dicapai saat ini. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar C.1, perusahaan A memiliki konsentrasi beban polutan limbah yang terendah, dan mungkin untuk menganggap A memiliki teknologi standar tertinggi yang tersedia saat ini. Menetapkan nilai C lebih rendah daripada nilai C untuk perusahaan A tidaklah efektif dari segi kelayakan teknologi. Dalam kasus ini, apakah teknologi perusahaan A dapat diterapkan secara luas di perusahaan lain sebaiknya menjadi topik bahasan.

Selain itu, perlu untuk meninjau nilai C berdasarkan status kualitas air wilayah perairan yang telah dikonfirmasi dan beban buangan polutan yang dibuang sesuai kebutuhan selama peninjauan dan pembaruan rencana kontrol beban polutan total. Pada waktu itu, penting juga untuk merevisi nilai C menjadi lebih ketat mengingat perkembangan teknologi pengolahan air limbah dan status penyebarluasannya.

#### **Bahan Referensi 4: Metode pengukuran kualitas air di wilayah perairan di Jepang**

Bahan referensi ini menjelaskan tentang gambaran umum tentang metode dasar yang akan digunakan dalam menerapkan Standar Kualitas Lingkungan untuk Polusi Air di masing-masing jenis wilayah perairan dan dalam melakukan pengujian kualitas air untuk menetapkan standar limbah tambahan.

##### i) Frekuensi pengukuran kualitas air

Pengukuran sebaiknya dilakukan minimal sebulan sekali. Sampel air sebaiknya dikumpulkan kurang lebih empat kali setiap hari pelaksanaan pengukuran.

Untuk lokasi penting, airnya sebaiknya dikumpulkan kurang lebih sebulan sekali atau setahun empat kali untuk BOD, COD, nitrogen, dan fosfor dengan frekuensi setiap 2 jam sekali, dengan total sehari 13 kali.

##### ii) Waktu survei

Tabel D.1 Pemilihan waktu untuk mengukur kualitas air di sungai, danau/telaga, dan laut

| Sungai   | Danau/telaga   | Laut   |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Masukkan periode waktu ketika volume alirannya rendah dan ketika airnya dimanfaatkan.</li><li>• Pilih hari ketika cuaca bagus kemungkinan besar berlanjut dan kualitas airnya relatif stabil sebelum pengambilan sampel air.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Karena kualitas airnya berbeda-beda secara signifikan antara periode stagnasi dan sirkulasi, masukkan kedua periode tersebut.</li><li>• Pilih hari ketika cuaca bagus kemungkinan besar berlanjut dan kualitas airnya relatif stabil sebelum pengambilan sampel air.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Masukkan periode waktu ketika kualitas airnya memiliki pengaruh yang berbahaya terhadap pemanfaatan air.</li><li>• Jika survei sungai yang mengalir masuk direncanakan, sudah sepatutnya untuk mencocokkan waktu survei dengan survei tersebut.</li><li>• Pada dasarnya, pilih hari pada pasang surut purnama ketika angin dan curah hujan tidak memiliki pengaruh yang besar.</li></ul> |

##### iii) Pemilihan titik pengambilan sampel air

Tabel D.2 Pemilihan titik pengambilan sampel air untuk mengukur kualitas air di sungai, danau/telaga, dan laut

| Sungai   | Danau/telaga  | Laut   |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Titik pemanfaatan air</li> <li>• Titik di mana air yang paling tercemar sepenuhnya bercampur dengan air tawar setelah mengalir ke sungai atau titik sebelum air tersebut mengalir ke sungai tersebut</li> <li>• Titik di mana aliran cabang sepenuhnya bercampur dengan aliran utama setelah mengalir ke aliran tersebut dan titik sebelum aliran cabang tersebut mengalir ke aliran utama tersebut.</li> <li>• Titik pengalihan air yang mengalir</li> <li>• Titik utama lain</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bagian tengah danau/telaga</li> <li>• Titik pemanfaatan air</li> <li>• Titik di mana air yang tercemar sepenuhnya bercampur dengan air tawar setelah mengalir ke danau/telaga</li> <li>• Titik di mana sebuah sungai sepenuhnya bercampur dengan sungai lain setelah mengalir ke sungai lain tersebut dan titik sebelum sungai tersebut mengalir ke sungai lain tersebut.</li> <li>• Titik di mana air danau/telaga mengalir keluar</li> <li>• Titik lain yang diperlukan</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pilih titik di mana kondisi wilayah perairan yang tercemar dapat diperoleh secara komprehensif, dengan mempertimbangkan medan wilayah perairan tersebut, arus pasang surut, pemanfaatan air, lokasi sumber polusi utama, dan status arus aliran masuk sungai.</li> <li>• Jarak standar antartitik pengambilan sampel air sebaiknya dalam rentang antara 500m sampai 1km.</li> </ul> |

iv) Metode pengambilan sampel air

Tabel D.3 Metode pengambilan sampel air untuk mengukur kualitas air di sungai, danau/telaga, dan laut

| Sungai   | Danau/telaga   | Laut   |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Waktu pengambilan sampel air sebaiknya mencakup waktu ketika kualitas air menjadi yang terburuk, dengan mempertimbangkan waktu aktivitas manusia, waktu operasi pabrik dan perusahaan, dan waktu capai polutan.</li> <li>• Pada dasarnya, kedalaman untuk pengambilan sampel</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Waktu pengambilan sampel air sebaiknya mencakup waktu ketika kualitas air menjadi yang terburuk, dengan mempertimbangkan waktu aktivitas manusia, waktu operasi pabrik dan perusahaan, dan waktu capai polutan.</li> <li>• Pengambilan sampel air sebaiknya dilakukan di lapisan</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Waktu pengambilan sampel air sebaiknya mencakup periode air surut di siang hari.</li> <li>• Pada dasarnya, pengambilan sampel air sebaiknya dilakukan di lapisan permukaan (0,5 di bawah permukaan) dan di lapisan tengah (2 m di bawah permukaan). Jika kedalaman totalnya tidak lebih dari 5m,</li> </ul> |

|  |   |   |
|--|---|---|
| sebaiknya ditentukan pada kedalaman kurang lebih 20% dari permukaan. | permukaan selama periode sirkulasi. Selama periode stagnasi, pengambilan sampel sebaiknya dilakukan di setiap kedalaman yang berbeda, yang ditentukan pada setiap 5 sampai 10m. | pengambilan sampel sebaiknya dilakukan hanya di lapisan permukaan dan, jika kedalaman totalnya lebih dari 10m, kumpulkan sampel air dari lapisan dasar (10m di bawah permukaan) sesuai kebutuhan. |
|--|---|---|

v) Pekerjaan yang sebaiknya dilakukan bersamaan dengan pengambilan sampel air

Table D.4 Pekerjaan yang sebaiknya dilakukan bersamaan dengan pengambilan sampel air dari sungai, danau/telaga, dan laut

| Sungai   | Danau/telaga | Laut  |
|--|--------------|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mencatat tanggal pengambilan sampel air, luas permukaan air, jarak antara titik pengambilan sampel dan tepi, kedalaman air, volume aliran, arah aliran, kondisi curah hujan, medan titik pengambilan sampel, pemanfaatan air, dan sumber polusi utama.</li> <li>• Mengukur dan memeriksa temperatur air, temperatur lingkungan, warna, kekeruhan, bau, dan biota setempat.</li> </ul> |              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mencatat tanggal pengambilan sampel air, lokasi titik pengambilan sampel air, kedalaman air, waktu dan ketinggian pasang surut air, arah aliran, kondisi curah hujan, medan titik pengambilan sampel, arah/kecepatan angin (atau kekuatan angin), pemanfaatan air di titik pengambilan sampel, dan sumber polusi utama.</li> <li>• Mengukur dan mengamati temperatur air, temperatur lingkungan, warna, kekeruhan, bau, kejernihan, dan salinitas setempat.</li> </ul> |

vi) Metode pengukuran volume aliran sungai

Karena data tentang volume aliran sangat diperlukan dalam penghitungan beban buangan polutan beserta data tentang kualitas air, volume aliran sebaiknya diukur ketika pengambilan sampel air dilakukan. Volume aliran sebaiknya merupakan total jumlah nilai yang diperoleh dengan membagi potongan melintang sungai sesuai kebutuhan dan mengalikan potongan melintang yang diperoleh

dari survei dengan kecepatan aliran masing-masing potongan melintang.

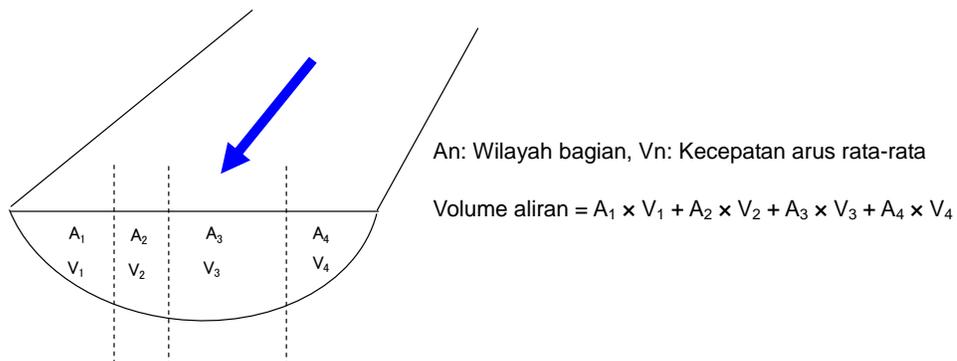
Pada dasarnya, kecepatan aliran rata-rata sebaiknya diukur menurut metode berikut:

Jika kedalaman air tidak kurang dari 1m...metode 2 titik dengan menggunakan meteran arus (rata-ratakan data pada kedalaman 20% dan 80% dari permukaan)

Jika kedalaman air kurang dari 1m...metode 1 titik dengan menggunakan meteran arus (kecepatan arus pada kedalaman air 60%)

Namun, jika kedalaman air sangat dangkal dan tidak mungkin untuk melakukan pengukuran dengan meteran arus, metode pengukuran lain boleh digunakan, seperti mengukur dengan mengapungkan kayu.

Sebagai contoh hal di atas, Gambar D.1 menunjukkan kasus di mana potongan melintang sungai dibagi ke dalam empat bagian.



Gambar D.1 Diagram skematis potongan melintang sungai dalam pengukuran volume aliran

## **Bahan Referensi 5: Status pengolahan endapan saat ini di fasilitas pengolahan limbah di Jepang**

Endapan dihasilkan ketika air limbah diolah dengan proses pengolahan biologis, seperti proses endapan aktif. Dalam proses endapan aktif, 50% sampai 70% BOD dikonsumsi sebagai energi dan 30% sampai 50%-nya digunakan untuk pertumbuhan sel bakteri, yang berarti sejumlah besar polutan terkonsentrasi di endapan. Oleh karena itu, jika endapan dibiarkan sebagaimana adanya dan dibiarkan melepaskan polutan ke dalam wilayah perairan lagi, pengaruh pengolahan air limbah akan berkurang banyak. Pengolahan air limbah selesai ketika endapan dikumpulkan dan diolah dengan tepat.

### **(1) Status pengolahan endapan di Jepang**

Endapan sebagian besar berupa air dan banyak upaya diperlukan dalam mengolah endapan. Di masa lalu, endapan ditimbun, tetapi karena semakin sulit untuk mendapatkan lahan penimbunan dari tahun ke tahun, pemanfaatan endapan secara efektif telah dimajukan.

Di Jepang, rasio (berdasarkan berat) endapan yang dimanfaatkan secara efektif dan jumlah totalnya hanya 16% pada tahun 1990, tetapi rasio tersebut meningkat setiap tahunnya. Sejak tahun 2004 kurang lebih 67% dari jumlah endapan total dimanfaatkan secara efektif. Selain itu, meskipun endapan ditimbun, endapan tersebut tidak boleh ditimbun sebagaimana adanya, tetapi jumlahnya harus dikurangi dengan pembakaran. Sejak tahun 2004, 87% dari jumlah endapan yang ditimbun dikurangi dengan pembakaran atau pengolahan terak.

Proses pengolahan endapan dimulai dengan menghilangkan kandungan air hingga kurang lebih 85% dengan konsentrasi dan pengeringan. Kemudian, tergantung metode pengolahannya, endapan tersebut akan melalui proses pengeringan, pembakaran, karbonisasi, terak, pengomposan, atau proses lain. Di Jepang, bahkan fasilitas pengolahan limbah yang berukuran kecil biasanya memasang peralatan untuk konsentrasi dan pengeringan endapan.

Konsentrasi endapan dilakukan dengan konsentrasi gravitasi, yang memerlukan lebih sedikit peralatan mekanik dan tidak memerlukan konsentrasi sentrifugal. Pengeringan endapan dilakukan dengan menggunakan dehidrator pres ulir, dehidrator sentrifugal, atau belt press filter. Karena banyak energi yang diperlukan untuk menguapkan kandungan air ketika mengeringkan atau membakar endapan, sangatlah penting untuk menghilangkan sebanyak mungkin kandungan air di tahap awal. Selain itu, kandungan air yang tepat juga diperlukan dalam proses pengomposan untuk memfermentasi endapan dan pengolahan dehidrasi efektif untuk tujuan tersebut.

Metode daur ulang endapan mencakup hal-hal berikut:

- i) Pemanfaatan untuk pertanian hijau
  - Memanfaatkan endapan sebagai pupuk organik dengan pengomposan.

- Mengembalikan endapan ke tanah dalam bentuk abu pembakaran dan endapan yang sudah dikeringkan dan memanfaatkannya sebagai pupuk, pengkondisi tanah, atau tanah buatan.

ii) Pemanfaatan sebagai bahan bangunan

- Memanfaatkan abu pembakaran sebagai bahan semen.
- Mengubah endapan menjadi terak dan menggunakannya sebagai batu bata atau bahan pondasi bawah.
- Memanfaatkan endapan untuk agregat ringan, pengkondisi tanah, paving blok tembus air, atau agregat beton.

iii) Pemanfaatan untuk energi

- Memanfaatkan gas hasil penguraian endapan sebagai sumber energi atau untuk pembangkit listrik rumah.

Tabel E.1 menunjukkan status pengolahan endapan dan daur ulang di Jepang.

Tabel E.1 Status pengolahan limbah dan pendaurlangannya (TF2006)

(Berdasarkan berat kering endapan: ton)

|                                | Penimbu<br>nan | Pendaurlangan                                   |                |                 |                | Pembangkit<br>listrik<br>rumah | Total            |
|--------------------------------|----------------|---|----------------|-----------------|----------------|--------------------------------|------------------|
|                                |                | Pemanfa<br>atan<br>untuk<br>pertania<br>n hijau | Bahan bangunan |                 | Bahan<br>bakar |                                |                  |
|                                |                |   | Semen          | Selain<br>semen |                |                                |                  |
| Endapan cair                   | 0              | 4   | 0              | 0               | 0              | 4                              | 4<br>0,0%        |
| Endapan<br>yang<br>dikeringkan | 36.816         | 28.072  | 92.923         | 2.618           | 3.161          | 150                            | 163.764<br>7,3%  |
| Pengomposa<br>n                | 592            | 240.585   | 0              | 3.318           | 0              | 1                              | 244.496<br>10,9% |
| Endapan<br>kering              | 3.944          | 31.516  | 1.992          | 6               | 16.083         | 3                              | 55.160<br>2,4%   |
| Endapan<br>yang<br>dikarbonasi | 21             | 1.733   | 898            | 181             | 0              | 102                            | 2.934<br>0,1%    |

|                |                  |                  |                  |                  |                |                |                     |
|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|----------------|---------------------|
| Abu pembakaran | 518.538          | 26.879           | 698.896          | 302.153          | 4              | 10.023         | 1.556.493<br>69,6%  |
| Terak          | 237              | 3.308            | 6.371            | 200.722          | 776            | 733            | 212.146<br>9,5%     |
| Total          | 560.146<br>25,1% | 332.093<br>14,9% | 802.697<br>35,9% | 508.998<br>22,8% | 20.025<br>0,9% | 11.040<br>0,5% | 2.234.998<br>100,0% |

Di antara beberapa pemanfaatan endapan yang efektif, pemanfaatan endapan sebagai bahan bangunan adalah yang paling umum dan menyumbang sekitar 80% dari pemanfaatan total endapan daur ulang. Bahan bangunan yang terbuat dari endapan sebagian besar adalah abu insinerasi dan terak. Endapan yang digunakan secara efektif untuk pertanian hijau menyumbang 14% dari pemanfaatan endapan total, yang 75%-nya untuk pupuk.

Sebagai kemungkinan lain, dalam hal metode pengolahan endapan, insinerasi menyumbang proporsi terbesar, 71,7%, diikuti oleh terak dan pengomposan, masing-masing menyumbang sekitar 10%.

Dalam mempertimbangkan metode untuk mengolah endapan, penting untuk memilih metode pengolahan endapan yang paling tepat untuk masing-masing daerah, berdasarkan kebutuhan akan produk endapan daur ulang, biaya pengolahan, sumber daya, pembuangan limbah, dan kebijakan untuk mewujudkan masyarakat dengan siklus materi yang sehat.

Karena 85% dari endapan adalah air, bahkan dalam kondisi kering, pembakaran endapan memerlukan energi dan biaya yang besar. Dari perspektif tersebut, pengomposan merupakan pemanfaatan endapan yang menguntungkan. Jumlah produksi pupuk endapan di Jepang sebesar 1,37 juta ton pada tahun fiskal 2007, termasuk pemanfaatan endapan industri. Pemanfaatan endapan setara dengan rata-rata 300kg per satu hektar tanah pertanian.

## **(2) Contoh pengomposan endapan limbah**

Gambaran umum tentang proses pengomposan endapan limbah adalah sebagai berikut.

Endapan didehidrasi di fasilitas pengolahan limbah dan fasilitas pengolahan feses dan dikirimkan ke pabrik sebagai endapan yang sudah dikeringkan. Kemudian endapan tersebut dicampur dengan tatal kayu, disesuaikan agar kandungan airnya sebesar 60% sampai 70%, dan ditumpuk di bangunan fermentasi, di mana endapan tersebut difermentasi.

Bangunan fermentasi tersebut memiliki fasilitas aerasi dan udara ditiupkan sesuai dengan status fermentasi. Selain itu, tumpukan tersebut dibalik hampir setiap dua minggu sekali untuk meningkatkan fermentasi dan mencegah fermentasi yang tidak merata. Karena pabrik yang ditunjukkan di bawah ini memiliki skala produksi yang besar, alat berat digunakan untuk operasi pembalikan ini. Dengan cara ini, pengomposan diselesaikan dalam kurang lebih dua setengah bulan.

Bagian dalam bangunan fermentasi tersebut seperti yang ditunjukkan pada Gambar E.1.



Gambar E.1 Bangunan Fermentasi

Setelah proses pengomposan selesai, endapan dimasukkan melalui penyaring, yang tujuan utamanya adalah untuk menyortir tatal kayu. Tatal kayu yang tersortir memiliki jumlah bakteri yang besar. Tatal tersebut dicampur lagi dengan kompos dan, lalu, ditumpuk sebagai bahan mentah untuk pupuk. Kompos dapat diproduksi sebanyak kurang lebih 25 ton per 100 ton endapan.

Kandungan utama kompos seperti yang ditunjukkan dalam Tabel E.2.

Tabel E.2 Kandungan utama kompos

|                       |                 |
|-----------------------|-----------------|
| Nitrogen total (%)    | 1,5 - 1,7       |
| Fosfor total (%)      | 4,0 - 5,0       |
| Kalium total (%)      | Kurang dari 0,5 |
| Rasio karbon/nitrogen | 7,0 - 9,0       |
| pH                    | 6,0 - 7,5       |

Pemeriksaan kompos berkala dilakukan untuk mendeteksi logam berat yang berbahaya dan logam mulia. Kandungan endapan yang dikirimkan juga diverifikasi di bawah program manajemen kualitas ketika menyetujui kontrak pengolahan dengan fasilitas pengolahan limbah dengan mengharuskan fasilitas tersebut mengumpulkan formulir pernyataan.

Syarat agar fasilitas pengomposan tersebut berhasil adalah kondisi endapan yang dikirimkan dan kebutuhan akan kompos.

Endapan yang dikirimkan terdiri dari endapan dari fasilitas pengolahan limbah dan fasilitas pengolahan feses, tetapi, jika sampah mentah tercampur dengan endapan tersebut, pengomposannya

menjadi sulit. Sistem pembuangan limbah adalah fasilitas untuk mengolah limbah rumah tangga. Di Jepang, standar buangan ke pembuangan limbah berlaku ketika limbah dari pabrik dan perusahaan dibuang ke sistem pembuangan limbah dan standar ini mengatur pembuangan air limbah yang mengandung logam berat dan zat-zat kimia yang berbahaya ke sistem pembuangan limbah. Penting untuk mengatur kualitas endapan limbah dengan cara ini.

Kebutuhan akan kompos juga penting. Kompos adalah pupuk organik dan mudah bersesuaian dengan tanah dan diserap oleh tanaman karena telah difermentasi. Kompos juga membantu menggemburkan tanah dan membuat tanah subur tanpa mengurangi pengaruh pupuk. Pertanian organik dan pengelolaan tanah sekarang dalam peninjauan dan banyak petani yang belum pernah menggunakan kompos kemungkinan besar akan menggunakannya dalam beberapa tahun ke depan.

Pengolahan endapan limbah, agar pengomposan berhasil, memerlukan persediaan endapan yang stabil dengan sifat dan kualitas yang seragam seperti di atas dan pemastian kebutuhan akan kompos. Untuk fasilitas pengomposan endapan, dirasa mungkin untuk membangun fasilitas tersebut sesuai dengan jumlah kompos yang dihasilkan, sejauh jumlah komposnya tidak kurang dari tingkat tertentu. Fasilitas pengolahan limbah yang dibangun di wilayah pedesaan mungkin memilih untuk memasang alat dehidrasi dan fasilitas pengomposan di fasilitas pengolahan tersebut. Ketika pabrik berskala besar akan dibangun, perlu untuk memperkirakan cakupan pengumpulan dan jumlah endapan limbah dan mempertimbangkan kebutuhan akan kompos di sekitar pabrik tersebut dan skala dan lokasi fasilitas tersebut.

## Bahan Referensi 6: Status kualitas air di Asia Timur

Asia Timur telah mengalami pertumbuhan ekonomi dan penduduk yang signifikan dan dianggap sebagai pusat pertumbuhan dunia. Negara-negara ASEAN telah mengalami pertumbuhan penduduk sebesar dua kali lipat dalam 40 tahun terakhir dan tingkat pertumbuhan ekonomi yang tinggi dan berkesinambungan. Seiring dengan tren pertumbuhan ini, beban buangan polutan meningkat. Sumber daya air semakin berkurang dan ada seruan yang semakin kuat untuk memanfaatkan sumber daya air secara efektif, termasuk pencegahan polusi di wilayah perairan, penghapusan masalah pemanfaatan air, dan peningkatan penggunaan ulang air untuk industri, dan untuk menyebarluaskan teknologi pengolahan air.

Tabel F.1 menunjukkan PDB Asia Timur pada tahun 2009. Tabel tersebut juga menunjukkan data Jepang pada tahun 1965 untuk referensi, ketika pengolahan limbah tidak dapat menyusul pertumbuhan industri dan ekonomi, yang mengakibatkan penurunan kondisi lingkungan akuatik di banyak bagian negara tersebut. Asia Timur, termasuk Malaysia, Thailand, Cina, dan Indonesia, mendekati tingkat yang hampir sama dengan Jepang pada waktu itu dan dianggap berada dalam kondisi yang menyelimuti pertumbuhan ekonomi yang hampir sama. Seperti yang telah disebutkan pada bagian 1.3, Jepang mengalami penurunan kondisi lingkungan akuatik yang serius di banyak bagian negara tersebut, kesulitan pengambilan air untuk air keran, dan seringnya terjadi di bidang kerusakan perikanan sehingga Jepang terpaksa mengambil langkah-langkah yang mendesak dalam periode ini. Negara-negara Asia Timur juga sedang mendekati tingkat di mana negara-negara tersebut akan terpaksa mengambil langkah.

Tabel F.1 PDB per kapita Asia Timur (Berdasarkan USD: 2009)

|          |        |           |       |                              |       |
|----------|--------|-----------|-------|------------------------------|-------|
| Cina     | 3.734  | Indonesia | 2.329 | Laos                         | 885   |
| Korea    | 17.074 | Filipina  | 1.747 | Myanmar                      | 571   |
| Thailand | 3.940  | Vietnam   | 1.068 | India                        | 1.032 |
| Malaysia | 6.950  | Kamboja   | 768   | (Referensi) Jepang<br>(1965) | 3.170 |

\* PDB per kapita Jepang pada tahun 1965 adalah nilai dengan penyesuaian harga.

Di antara negara-negara Asia Tenggara, pada tahun 1970, Malaysia, Filipina, dan Singapura memperkenalkan Undang-Undang yang berhubungan dengan lingkungan air dan udara sekitar yang mempengaruhi kesehatan manusia secara langsung. Pada tahun 1990-an, Indonesia, Thailand, dan Vietnam memperkenalkan Undang-Undang semacam itu (Lihat Tabel F.2).

Namun, upaya untuk melestarikan lingkungan akuatik baru dimulai baru-baru ini. Pabrik berskala besar dan taman industri, termasuk perusahaan afiliasi asing, mengolah limbah mereka, tetapi hanya

sedikit pabrik berukuran kecil dan sedang yang dilengkapi dengan fasilitas pengolahan air limbah. Sistem pembuangan limbah juga sedang dibangun dan ada kasus di mana limbah rumah tangga, seperti limbah pabrik dan feses, dibuang ke sungai sebagaimana adanya. Sebagai akibatnya, yang diperlukan adalah memajukan langkah-langkah penanggulangan limbah rumah tangga, seperti diseminasi langkah-langkah penanggulangan air limbah di pagi hari dan pembangunan sistem pembuangan limbah.

Tabel F.2 Daftar tahun pemberlakuan Undang-Undang yang berhubungan dengan lingkungan di Asia Timur

|                                | Cina           | Indonesia      | Malaysia       | Filipina       | Singapura      | Thailand       | Vietnam        |
|--------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Undang-Undang Lingkungan Dasar | 1973<br>(1989) | 1997           | 1974<br>(1998) | 1977<br>(1978) | 1999<br>(2000) | 1992           | 1994<br>(2005) |
| Kualitas Air                   | 1984<br>(2008) | 1990<br>(1995) | 1975<br>(1997) | 1975<br>(2004) | 1975<br>(2001) | 1992<br>(1996) | 1993<br>(1995) |
| Udara sekitar                  | 1987<br>(2000) | 1993<br>(1999) | 1978           | 1977<br>(1999) | 1971<br>(2002) | 1992<br>(2005) | 1993<br>(1995) |
| Sampah                         | 1995<br>(2005) | 1988<br>(2001) | 1989<br>(2005) | 1990<br>(2000) | 1987<br>(2000) | 1992           | 1999           |
| Penilaian Pengaruh Lingkungan  | 1979<br>(1998) | 1993           | 1987<br>(1995) | 1977           |                | 1992           | 1994<br>(2006) |

\* ( ) menunjukkan tahun revisi terbaru sejak 2007.

Selain itu, masukan pupuk nitrogen telah meningkat dalam jumlah besar seiring dengan perkembangan pertanian, yang menyebabkan polusi air oleh nitrat dan eutrofikasi di wilayah perairan di beberapa wilayah.

Di Filipina, Danau Laguna, yang terletak di sebelah selatan Kota Metropolitan Manila, Pulau Luzon, direncanakan akan digunakan sebagai sumber air minum yang penting, tetapi danau tersebut tercemar oleh limbah dari pabrik-pabrik di sekitar danau tersebut, dan pelestarian kualitas air danau tersebut telah menjadi suatu tantangan. Thailand juga mengalami polusi air yang serius di Sungai Chaopraya, yang mengalir melalui ibu kota Bangkok, yang 75% dari penyebabnya dianggap berasal dari fasilitas komersial tanpa peralatan pengolahan limbah yang tepat. Sisanya dianggap sebagai limbah rumah tangga. Di beberapa tempat, polusi air pertanian, yang disebabkan meningkatnya penggunaan pupuk kimia, meningkatkan kekhawatiran. Selain itu, eutrofikasi sedang berkembang di banyak danau/telaga dan DTA yang memiliki peran penting sebagai sumber air minum.

Polusi air secara berangsur-angsur menjadi masalah yang serius di Asia Timur. Tingkat polusi

airnya hampir sama dengan kondisi yang dialami oleh Jepang selama periode pertumbuhan ekonomi tingginya. Penting juga untuk memanfaatkan pengalaman dan pelajaran Jepang karena langkah-langkah yang efektif dibutuhkan saat ini. Karena polusi air di Asia Timur memiliki banyak sumber polusi di sektor industri dan rumah tangga, langkah-langkah yang tepat diperlukan. Eutrofikasi terjadi di wilayah perairan tertutup, seperti danau/talaga dan sungai panjang dengan air yang stagnan. Penerapan TPLCS dapat menjadi pilihan utama.

## Daftar Isi Gambar dan Tabel

### Bab 1 Kebutuhan akan TPLCS

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Gambar 1.1 | Gambaran umum tentang TPLCS .....   | 5  |
| Gambar 1.2 | Definisi laut tertutup di Jepang .....  | 5  |
| Gambar 1.3 | Struktur langkah-langkah penanganan sumber .....  | 12 |
| Gambar 1.4 | Struktur Skematis TPLCS di Jepang .....   | 15 |
| Gambar 1.5 | Sistem Undang-Undang tentang Pengendalian Polusi Air dan struktur TPLCS di Jepang ..... | 16 |
| Tabel 1.1  | Sumber-sumber utama beban polutan .....   | 8  |

### Bab 2 Prosedur pelaksanaan TPLCS

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Gambar 2.1 | Aliran beban polutan dan rasio pencapaian: contoh dari sebuah pabrik .....   | 24 |
| Gambar 2.2 | Aliran berbagai sumber dan beban polutan .....   | 25 |
| Gambar 2.3 | Proses-proses TPLCS .....  | 27 |
| Gambar 2.4 | Diagram pola DAS dan titik pengukuran .....  | 38 |
| Gambar 2.5 | Faktor utama yang menyebabkan variasi beban polutan di wilayah perairan tertutup .....                               | 39 |
| Gambar 2.6 | Prosedur perumusan rencana kontrol beban polutan total di Jepang .....   | 45 |
| Tabel 2.1  | Ketentuan bagi wilayah perairan yang sangat memerlukan pengenalan TPLCS .....  | 28 |
| Tabel 2.2  | Standar Kualitas Lingkungan untuk Polusi Air di laut di Jepang (COD, nitrogen total, dan fosfor total) .....         | 30 |
| Tabel 2.3  | Standar Kualitas Lingkungan untuk Polusi Air di danau/telaga di Jepang (COD, nitrogen total, dan fosfor total) ..... | 31 |
| Tabel 2.4  | Standar Kualitas Lingkungan untuk Polusi Air di sungai di Jepang (BOD) .....   | 32 |
| Tabel 2.5  | Data yang perlu dikumpulkan untuk menghitung beban buangan .....   | 34 |
| Tabel 2.6  | Metode penghitungan beban buangan polutan oleh sumber penghasil polutan di Jepang .....                              | 36 |
| Tabel 2.7  | Contoh rencana kontrol beban polutan total di Jepang .....   | 46 |

### Bab 3 Pengembangan institusi dan kerangka kerja untuk pengoperasian TPLCS yang efektif

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Gambar 3.1 | Penggunaan fasilitas pengolahan limbah rumah tangga sesuai dengan kelengkapannya .....           | 62 |
| Tabel 3.1  | Kerangka kerja dan koordinasi dengan lembaga terkait yang diperlukan untuk penerapan TPLCS ..... | 51 |

|   |   |      |
|---|---|------|
| Tabel 3.2   | Frekuensi pengukuran beban buangan di pabrik dan perusahaan di Jepang .....   | 56   |
| Bahan Referensi 1: Pengalaman Jepang dalam hal polusi air dan penanggulangannya   |   |      |
| Pengalaman Jepang dalam hal polusi air dan penanggulangannya  |   |      |
| Gambar A.1  | Transisi tingkat pertumbuhan ekonomi di Jepang dan negara-negara Asia Timur ..  | 65   |
| Gambar A.2  | Transisi PDB per kapita Jepang (dengan penyesuaian harga dan berdasarkan dolar).....  | 66   |
| Gambar A.3  | Contoh wilayah tempat polusi air terjadi.....   | 67   |
| Gambar A.4  | Perubahan jumlah kejadian <i>red tide</i> di Laut Pedalaman Seto.....   | 71   |
| Bahan Referensi 2: Metode penghitungan beban buangan polutan  |   |      |
| Tabel B.1   | Ukuran dasar untuk kuantitas beban polutan rumah tangga yang umum digunakan di Jepang .....   | 766  |
| Tabel B.2   | Ukuran dasar untuk beban buangan yang umum digunakan di Jepang ketika limbah rumah tangga diolah di fasilitas pengolahan air limbah rumah tangga gabungan .....                   | 777  |
| Tabel B.3   | Ukuran dasar untuk beban buangan yang terkandung dalam limbah rumah tangga yang umum digunakan di Jepang ketika feses diolah di fasilitas pengolahan air limbah rumah tangga..... | 7979 |
| Tabel B.4   | Ukuran dasar untuk kuantitas beban polutan dari peternakan yang umum digunakan di Jepang.....   | 80   |
| Tabel B.5   | Ukuran dasar yang umumnya digunakan untuk beban buangan dari tanah pertanian di Jepang .....  | 8282 |
| Tabel B.6   | Ukuran dasar yang umumnya digunakan untuk beban buangan dari kawasan terbangun di Jepang .....  | 8282 |
| Tabel B.7   | Ukuran dasar yang umumnya digunakan untuk beban buangan dari hutan di Jepang .....  | 83   |
| Tabel B.8   | Contoh ukuran dasar untuk kuantitas beban polutan per 1.000 kg produksi akuakultur ikan mas .....   | 8484 |
| Bahan Referensi 3: Gambaran umum tentang Standar Kontrol Beban Polutan Total Jepang dan contoh-contoh metode untuk menetapkan nilai standar |   |      |
| Gambar C.1  | Diagram konseptual untuk menentukan Standar Kontrol Beban Polutan Total ..  | 8989 |
| Tabel C.1   | Rumus penghitungan untuk memperoleh Standar Kontrol Beban Polutan Total Jepang .....  | 8787 |
| Bahan Referensi 4: Metode pengukuran kualitas air di wilayah perairan di Jepang   |   |      |

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Gambar D.1 | Diagram skematis potongan melintang sungai dalam pengukuran volume aliran ..  | 94 |
| Tabel D.1  | Pemilihan waktu untuk mengukur kualitas air di sungai, danau/telaga, dan laut.....                                  | 91 |
| Tabel D.2  | Pemilihan titik pengambilan sampel air untuk mengukur kualitas air di sungai, danau/telaga, dan laut.....           | 92 |
| Tabel D.3  | Metode pengambilan sampel air untuk mengukur kualitas air di sungai, danau/telaga, dan laut.....                    | 92 |
| Tabel D.4  | Pekerjaan yang sebaiknya dilakukan bersamaan dengan pengambilan sampel air dari sungai, danau/telaga, dan laut..... | 93 |

Bahan Referensi 5: Status pengolahan endapan saat ini di fasilitas pengolahan limbah di Jepang

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Gambar E.1 | Bangunan Fermentasi .....                                   | 98 |
| Tabel E.1  | Status pengolahan limbah dan pendaurlangannya (TF2006)..... | 96 |
| Tabel E.2  | Kandungan utama kompos.....                                 | 98 |

Bahan Referensi 6: Status kualitas air di Asia Timur

|           |   |     |
|-----------|---|-----|
| Tabel F.1 | PDB per kapita Asia Timur (Berdasarkan USD: 2009).....  | 100 |
| Tabel F.2 | Daftar tahun pemberlakuan Undang-Undang yang berhubungan dengan lingkungan di Asia Timur..... | 101 |

## Referensi

- “Water Pollution Control and Policy Management: The Japanese Experience” (1999) (Gyosei Corporation)
- “Water Environment Management in Japan, Revised Edition” (2009) (Gyosei Corporation)
- “Basic Direction of the Total Water Pollutant Load Control Scheme” (1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup>, 3<sup>rd</sup>, 4<sup>th</sup>, 5<sup>th</sup>, 6<sup>th</sup>, 7<sup>th</sup>)
- “The Total Pollutant Load Control Plan for Chemical Oxygen Demand, Nitrogen Demand, Nitrogen Content and Phosphorus Content (6<sup>th</sup>)” (Hyogo Prefecture)
- “Guidance for Formulating the Basic Plan for Domestic Effluent Treatment on the Basis of the Waste Disposal and Public Cleansing Law, Article 6(1)” (A Circular Notice of Ministry of Health and Welfare, 1990)
- “Basic Concept of the Measures for Watershed Area for Protecting the Water Quality of Lakes and Ponds” (Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, and Ministry of the Environment, 2006)
- “Water Quality Examination Methods” (Circular Notice of Ministry of the Environment, 1971)
- “A Survey Guidance and Commentary on the Comprehensive Plan for Developing a Sewage System for Each Watershed Area” (Japan Sewage Works Association, 2008)
- “The Survived Seto Inland Sea” (The Association for the Environmental Conservation of the Seto Inland Sea, 2004),
- Setouchi Net
- “Biwako Handbook (A Handbook on Lake Biwa)” (Biwako Handbook Editorial Board, 2007)
- “Pocket Book of Fertilizer Directory-2008-” (The Agriculture and Forestry Statistics Association)
- “A Survey in the Kinki Region concerning the Assistance for the Strategic Development of Environmental/Energy-Saving Business in Asian Countries in FY2007 (The Kansai Bureau of Economy, Trade and Industry, 2008)
- “Overseas Environmental Measures of Japanese Companies: Singapore” (Global Environmental Forum, 2003)
- “Overseas Environmental Measures of Japanese Companies: Vietnam” (Global Environmental Forum, 2002)
- “Overseas Environmental Measures of Japanese Companies: Malaysia” (Global Environmental Forum, 2000)
- “Overseas Environmental Measures of Japanese Companies: Thailand” (Global Environmental Forum, 1999)
- “Overseas Environmental Measures of Japanese Companies: Indonesia” (Global Environmental Forum, 1998)
- “Overseas Environmental Measures of Japanese Companies: The Philippines” (Global Environmental Forum, 1997)
- Bulletin on coastal oceanography, vol. 32-2 (1995) “Environmental Problems in Southeast Asian Countries: Water Quality Issue” (Masaru Maeda)
- “The Decentralized Environmental Management System and Social Capacity Assessment in Indonesia” (Shunji Matsuoka)
- “The Status of Water Environment in Southeast Asia—Focusing on Vietnam ” (Masataka Sugawara)

“The Symposium of Showa University,” “Coexistence with Developing Countries—on the Basis of a Model of the Philippines” (2009)

News of the National Institute for Environmental Studies, vol. 18-5 (1999) “A study under the Joint Development Project on Appropriate Water Quality Improvement Technology Using Natural Systems (The Kingdom of Thailand)” (Yuhei Inamori)

“Jika Anda memiliki pertanyaan tentang Panduan Pengenalan Sistem Kontrol Beban Polutan Total (TPLCS), silakan hubungi:

Kementerian Lingkungan, Biro Manajemen Lingkungan, Divisi Manajemen Lingkungan Air, Dinas Manajemen Lingkungan Pantai Tertutup (Ministry of the Environment, Environmental Management Bureau, Water Environment Management Division, Office of Environmental Management of Enclosed Coastal Seas)”

1-2-2 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8975, Japan

Telp. : +813-5521-8320

Fax : +813-3501-2717

E-mail : [mizu-hesasei@env.go.jp](mailto:mizu-hesasei@env.go.jp)