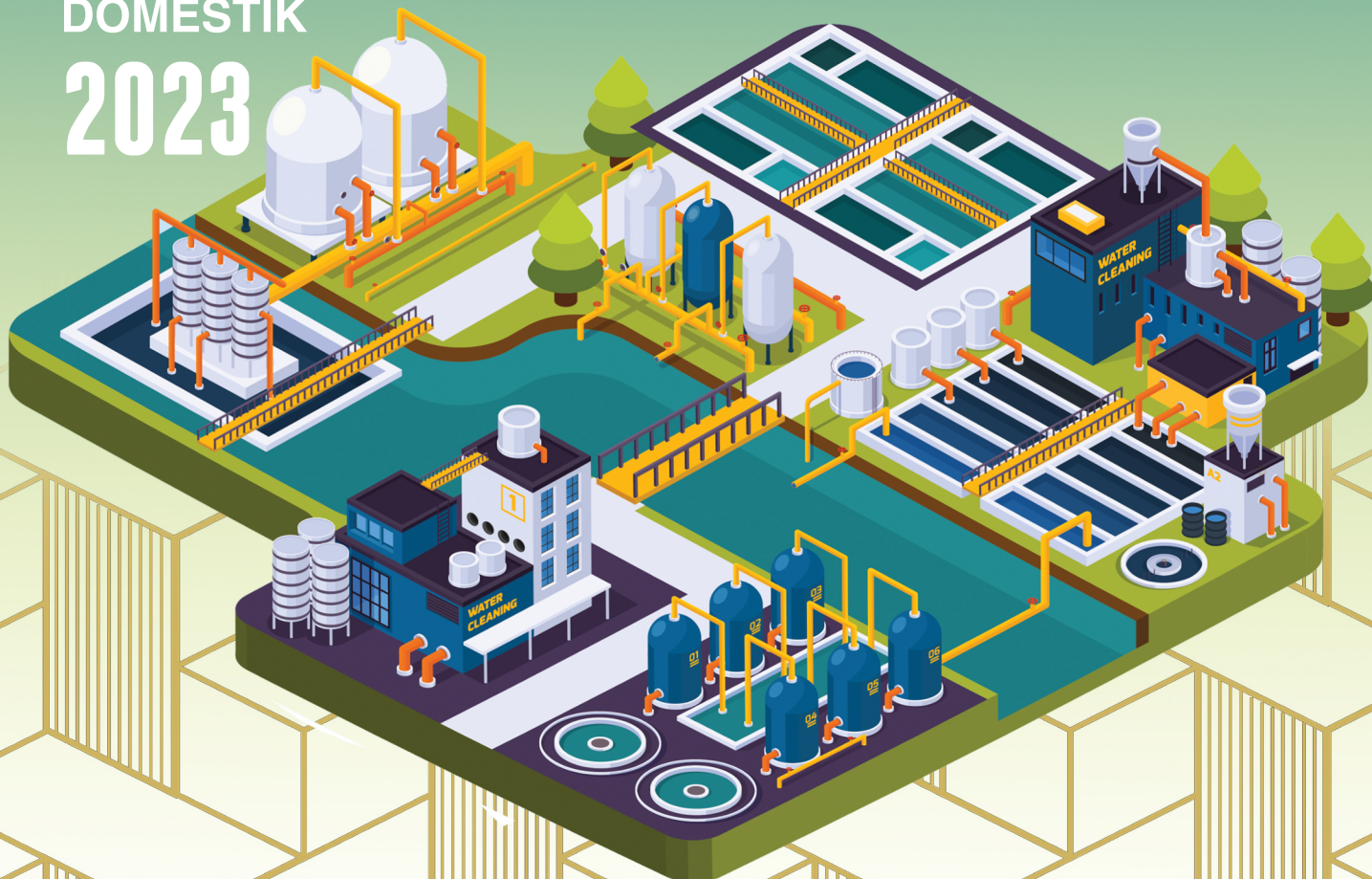


MODUL

Pengenalan
Pengelolaan
Air Limbah
Domestik

2023



PERPAMSI
PERSATUAN PERUSAHAAN AIR MINUM
SELURUH INDONESIA

Penulis : Ronald Osmond, S.T. MSc. & Novita Anggraini, S.T., M.Si.
Pengaruh : Dr. Subekti, SE. MM.
Cover gambar : Freepix.com

SAMBUTAN KETUA UMUM

Lalu Ahmad Zaini

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat-Nya *Modul Pengenalan Pengelolaan Air Limbah Domestik 2023* dapat diselesaikan dengan baik. Terima kasih juga kami sampaikan kepada pihak-pihak yang telah membantu terwujudnya modul ini.

Penyusunan *Modul Pengenalan Pengelolaan Air Limbah Domestik 2023* bertujuan untuk memperkenalkan konsep pengelolaan air limbah domestik dan potensi bisnis air limbah kepada BUMD Air Minum. Modul ini menggambarkan integrasi pengelolaan air minum dan air limbah domestik di BUMD Air Minum, serta menjadi salah satu rujukan untuk advokasi dari BUMD Air Minum bagi pemangku kepentingan.

Seperti yang diketahui, hingga saat ini belum banyak BUMD Air Minum yang mengenal dan mengelola air limbah domestik. Padahal, air limbah domestik ini bisa menjadi peluang bisnis bagi BUMD Air Minum. Oleh karena itu, kami berinisiatif untuk membuka wawasan mengenai air limbah domestik sehingga di waktu-waktu mendatang akan semakin banyak BUMD Air Minum yang akan berkecimpung di sektor air limbah.

Modul ini berisi kompetensi yang akan bermanfaat bagi BUMD Air Minum, di antaranya :

1. Pengenalan regulasi yang perlu dipatuhi oleh BUMD Air Minum dalam pengelolaan air limbah;
2. Pengenalan struktur dan peran kelembagaan dalam pengelolaan air limbah;
3. Pengenalan peluang bisnis dalam pengelolaan air limbah;
4. Pengenalan infrastruktur teknis dasar yang diperlukan dalam pengelolaan air limbah; dan
5. Pengenalan peran serta dan keterlibatan masyarakat dalam pengelolaan air limbah.

Besar harapan kami, *Modul Pengenalan Pengelolaan Air Limbah Domestik 2023* dapat ditindaklanjuti oleh BUMD Air Minum. Diawali dengan mengenal apa itu air limbah, lalu memberikan perhatian terhadap air

limbah domestik, serta melihat peluang bisnis sehingga dapat berkecimpung dan memberikan kontribusi nyata.

Semoga dengan adanya *Modul Pengenalan Pengelolaan Air Limbah Domestik 2023* dapat memberi wawasan yang seluas-luasnya bagi BUMD Air Minum hingga muncul gagasan luar biasa untuk mewujudkan komitmen keenam *Sustainable Development Goals* (SDGs), yaitu memberikan perhatian terhadap ketersediaan sistem sanitasi yang lebih baik bagi masyarakat Indonesia.

Akhir kata, kami mohon maaf yang sebesar-besarnya apabila terdapat kesalahan dalam penyampaian informasi. Kami sangat terbuka untuk menerima masukan, kritik, dan saran guna penyempurnaan Modul Pengenalan dan Pengelolaan Air Limbah Domestik ke depan.

DAFTAR ISI

SAMBUTAN KETUA UMUM	3
DAFTAR ISI	3
DAFTAR GAMBAR.....	5
DAFTAR TABEL	6
BAB I PENDAHULUAN	7
1.1 Latar Belakang.....	7
1.2 Tujuan.....	8
1.3 Panduan Penggunaan Materi.....	8
1.4 Rujukan.....	10
1.5 Referensi.....	10
BAB II PELUANG BUMD AIR MINUM DALAM SEKTOR AIR LIMBAH.....	14
2.1 Dua sisi mata uang: Air Minum & Air Limbah.....	14
2.2 Pemanfaatan Teknologi Pengolahan Air Limbah dan Air Minum secara Ber- sama.....	15
2.1 Isu Strategis	16
2.2 Dampak dan Peluang Air Limbah.....	22
2.2.1 Peluang Air Limbah bagi BUMD Air Minum	23
2.2.2 Hubungan Air Limbah dan Air Minum Memitigasi Perubahan Iklim.....	24
2.2.3 Pencapaian Standar Pelayanan Minimal (SPM)	26
2.3 Peraturan.....	27
2.3.1 Undang Undang	27
2.3.2 Peraturan Pemerintah.....	28
2.3.3 Peraturan Menteri	29
2.3.4 Peraturan Daerah dan Peraturan Gubernur/Walikota/Bupati	32
BAB III PENGOLAHAN AIR LIMBAH	33
3.1 Kebijakan Sanitasi Aman Global, Pemerintah Pusat, dan Pemerintah Dae- rah	33
3.2 Sistem Pengelolaan Air Limbah	34
3.3 Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Setempat (SPALD-S)	35
3.3.1 Penjelasan SPALD-S	35
3.3.2 Opsi Pelayanan BUMD Air Minum	41

3.4 Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T).....	44
3.4.1 Penjelasan SPALD-T	44
3.4.2 Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengelolaan air limbah oleh BUMD Air Minum	45
<i>BAB IV ORGANISASI PENGELOLA AIR LIMBAH</i>	<i>47</i>
4.1 Operator Air Limbah Domestik	47
4.2 Penambahan Fungsi Pengelolaan Air Limbah pada BUMD Air Minum	52
4.3 Investasi dan Skema Pembiayaan BUMD Air Minum	54
4.4 Penyesuaian Struktur organisasi	56
<i>V. LAMPIRAN.....</i>	<i>60</i>
5.1. Pengelolaan air limbah sebagai dampak lingkungan	60
5.1.1 Siklus Air Natural	60
5.1.2 Siklus Air Urban	60
5.1.3 Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan	61
5.1.4 Purifikasi Alami (Self Purification)	62
5.2 Dampak Air Limbah	62
5.2.1 Dampak Langsung	63
5.2.2 Dampak Tidak Langsung.....	63
5.3 Karakteristik Air Limbah	65
5.3.1 Karakteristik Fisika	65
5.3.2 Karakteristik Kimia	66
5.3.3 Karakteristik Biologis	70
5.4 Tabel Struktur Organisasi dan Kompetensi SKKNI Pengelola Air Limbah ..	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Siklus air wilayah perkotaan	14
Gambar 2. Diagram pengolahan terintegrasi air minum dan air limbah di SPAM Mook- ervaart Pesakih	16
Gambar 3. Efek perubahan iklim dan air limbah yang tidak dikelola terhadap siklus air ur- ban	25
Gambar 4. Peraturan-peraturan terkait Pengelolaan Air Limbah Domestik	27
Gambar 5. Lampiran PerMenLHK No. 68 Tahun 2016	30
Gambar 6. Sebaran daerah dengan Perda Air Limbah Domestik	32
Gambar 7. Rantai Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik	34
Gambar 8. Rantai Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik Setempat (SPALD-S)	35
Gambar 9. Contoh Desain Tangki Septik Kedap Air Satu Kompartemen Standar	36
Gambar 10. Desain Cubluk Silinder Sebagai Unit Awal Sistem Pengolahan Air Limbah Do- mestik Setempat yang Paling Sederhana	37
Gambar 11. Armada Penyedotan yang dikelola oleh Perumda Paljaya	38
Gambar 12. Pengangkutan Lumpur Tinja	39
Gambar 13. Kegiatan Penyedotan Lumpur Tinja	39
Gambar 14. Alur Proses IPLT	41
Gambar 15. IPLT Pulo Gebang, Jakarta	43
Gambar 16. IPLT Duri Kosambi, Jakarta	43
Gambar 17. Alur Skema SPALD-T	44
Gambar 18. Bentuk lembaga pengelola air limbah	47
Gambar 19. Penagihan air minum dan air limbah Manila Water	49
Gambar 20. Contoh penagihan air minum dan air limbah oleh salah satu operator air limbah di Jerman	50
Gambar 21. Contoh penagihan air minum dan air limbah di Perumda Toya Wening Sura- karta	50
Gambar 22. Struktur Organisasi Bidang Limbah Perumda Air Minum Kota Surakarta	57
Gambar 23. Struktur Organisasi Bidang Limbah BUMD Air Minum Tirtanadi	58
Gambar 24. Divisi dalam struktur organisasi operator pengelola air limbah	59
Gambar 25. Siklus Hidrologi	60
Gambar 26. Refleksi Dimensi Persoalan Pencemaran Lingkungan	63
Gambar 27. Rentang pH dan contohnya	67
Gambar 28. pH dan kemampuan hidup organisme	68
Gambar 29. Pipa tertutup minyak lemak	70

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Tabel elemen kompetensi modul pengenalan pengelolaan air limbah	9
Tabel 2. Tabel Realisasi RPJMN terkait Sanitasi Layak dan Aman	17
Tabel 3. Perhitungan model cashflow L2T2 oleh BUMD Air Minum Tirtanadi	24
Tabel 4 Komposisi air limbah domestik	69

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Macam-macam aktivitas yang dilakukan oleh manusia akan memengaruhi sistem utama kehidupan jika dilihat dari aspek lingkungan, sosial, budaya, ekonomi, dan politik. Pertumbuhan populasi dan geliat pembangunan di mana-mana menjadi salah satu indikator keberhasilan ekonomi masyarakat perkotaan. Namun, penggunaan sumber daya akan menghasilkan permasalahan baru seperti limbah. Di sisi lain, angka populasi dalam suatu wilayah kota dapat menjadi salah satu acuan siklus hidup air bersih karena beberapa potensi air baku produksi bersumber dari air tanah, mata air, dan air permukaan.

Keberadaan air limbah domestik merupakan penyumbang utama limbah perkotaan. Hal ini menimbulkan dampak serius. Di antaranya, air limbah domestik memicu munculnya berbagai permasalahan air. Selain itu, air limbah domestik juga berpotensi menimbulkan penyakit bawaan air (*waterborne disease*), khususnya pada anak-anak. Karena itu, pengelolaan air limbah domestik menjadi indikator penting, terlebih jika dikaitkan dengan target sanitasi aman bagi masyarakat perkotaan agar roda ekonomi dan pemerintah dapat terus berjalan dengan baik.

Berbagai upaya dilakukan Pemerintah Indonesia dalam mencapai komitmen keenam *Sustainable Development Goals* (SDGs) dengan memberikan perhatian terhadap ketersediaan sistem sanitasi yang lebih baik bagi masyarakat Indonesia. Proporsi masyarakat pengguna layanan sanitasi yang dikelola dengan aman (*safely managed sanitation services*) dijadikan acuan penetapan target pembangunan untuk sanitasi. Penyiapan sarana dan prasarana dilakukan untuk memenuhi target akses universal bagi masyarakat, melalui penyediaan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T) dan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Setempat (SPALD-S) demi terhindar dari permasalahan kesehatan.

SPALD-T merupakan sistem pengelolaan air limbah domestik dengan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dan jaringan perpipaan. Adapun SPALD-S adalah sistem pengelolaan air limbah domestik dengan sistem penampungan sementara di rumah atau bangunan (*septic tank*) dan penyedotan lumpurnya secara berkala.

Dalam prosesnya, penyediaan SPALD-S dimulai dari pewadahan tinja, yaitu sistem seperti cubluk atau tangki septik. Selanjutnya, lumpur tinja disedot dan diangkut untuk kemudian diolah pada Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT). Rangkaian aktivitas tersebut dikenal sebagai pengelolaan lumpur tinja atau *fecal sludge management* (FSM). Kegiatan di atas diatur dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 04/PRT/M/2017 tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik.

1.2 Tujuan

Adapun tujuan disusunnya modul ini adalah sebagai berikut:

1. Mengenalkan konsep pengelolaan air limbah domestik dan potensi bisnis air limbah kepada BUMD Air Minum.
2. Memberikan gambaran integrasi pengelolaan air minum dan air limbah domestik di BUMD Air Minum.
3. Menjadi salah satu rujukan untuk advokasi dari BUMD Air Minum bagi pemangku kepentingan.

1.3 Panduan Penggunaan Materi

Modul ini terbagi menjadi beberapa bagian. Pada bagian pertama dan kedua membahas teori dasar mengenai air limbah domestik. Bagian ketiga menyebutkan macam pengolahan air limbah terpusat dan setempat. Pada bagian keempat diuraikan secara rinci mengenai organisasi dan ruang lingkup manajemen dalam pengelolaan air limbah skala kota. Secara umum, materi ini dapat dibuat menjadi lima JP.

Pembelajaran sebaiknya dilaksanakan berdampingan dengan pemaparan berupa kelas daring atau luring yang disampaikan oleh pelatih. Hal ini dapat menjadi alat ukur tingkat penguasaan peserta ajar setelah mempelajari seluruh materi dalam modul ini. Peserta ajar dapat membaca rujukan di bawah terlebih dahulu untuk menambah wawasan dalam pembelajaran.

Tabel 1. Tabel elemen kompetensi modul pengenalan pengelolaan air limbah

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Materi Pengetahuan	Materi Keterampilan	Metode	Media	Sumber Pembelajaran	Waktu
1. Mengenalkan regulasi yang dibutuhkan oleh BUMD Air Minum untuk mendapatkan penambahan tugas dalam pengelolaan air limbah	Peserta dapat menjelaskan regulasi yang perlu dipatuhi oleh BUMD Air Minum dalam pengelolaan air limbah	- Mampu menyebutkan regulasi yang berlaku bagi BUMD Air Minum dalam pengelolaan air limbah	- Tinjauan regulasi terkait dengan pengelolaan air limbah	- Identifikasi regulasi pengelolaan air limbah yang berlaku	Ceramah, Diskusi, Studi kasus	Slide presentasi, buku ajar	Peraturan Perundang-Undangan terkait,	45 menit
2. Mengenalkan kelembagaan dalam pengelolaan air limbah	Peserta dapat menjelaskan struktur dan peran kelembagaan dalam pengelolaan air limbah	- Mampu mengidentifikasi kelembagaan terkait dengan pengelolaan air limbah	- Penjelasan mengenai struktur kelembagaan dalam pengelolaan air limbah	- Identifikasi kelembagaan dalam pengelolaan air limbah	Ceramah, Diskusi, Studi kasus	Slide presentasi, video	Permendagri,	45 menit
3. Mengenalkan prospek bisnis pengelolaan air limbah bagi BUMD Air Minum	Peserta dapat mengidentifikasi peluang bisnis dalam pengelolaan air limbah bagi BUMD Air Minum	- Mampu menganalisis prospek bisnis dalam pengelolaan air limbah	- Tinjauan prospek bisnis pengelolaan air limbah	- Simulasi analisis peluang bisnis pengelolaan air limbah	Ceramah, Diskusi, Studi kasus	Slide presentasi, video	Laporan studi kasus, Materi dari BUMD Air Minum	45 menit
4. Mengenalkan infrastruktur teknis dasar dalam pengelolaan air limbah kepada BUMD Air Minum	Peserta dapat menjelaskan infrastruktur teknis dasar yang diperlukan dalam pengelolaan air limbah	- Mampu mengidentifikasi komponen infrastruktur teknis dasar dalam pengelolaan air limbah	- Penjelasan mengenai fungsi dan kegunaan komponen infrastruktur teknis dasar pengelolaan air limbah	- Identifikasi infrastruktur teknis dasar dalam pengelolaan air limbah	Ceramah, Diskusi, Studi lapangan	Slide presentasi, video,	Buku Pengelolaan Air Limbah Domestik	45 menit
5. Mengenalkan peran serta masyarakat dalam pengelolaan air limbah bersama BUMD Air Minum	Peserta dapat menjelaskan peran dan keterlibatan masyarakat dalam pengelolaan air limbah bersama BUMD Air Minum	- Mampu mengidentifikasi cara partisipasi masyarakat dalam pengelolaan air limbah	- Penjelasan mengenai peran dan keterlibatan masyarakat dalam pengelolaan air limbah	- Identifikasi kolaborasi dengan masyarakat dalam pengelolaan air limbah	Ceramah, Diskusi,	Slide presentasi, video		45 menit

Evaluasi Pembelajaran

Evaluasi pembelajaran modul ini dilakukan dengan tanya jawab dan diskusi dengan peserta.

1.4 Rujukan

1. SKKNI Kategori Pengelolaan Air, Pengelolaan Air Limbah, Pengelolaan dan Daur Ulang Sampah, dan Aktivitas Remediasi Golongan Pokok Pengelolaan Air Limbah Bidang Pengelolaan Air Limbah Domestik (Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia No. 277 Tahun 2018).
2. SKKNI Kategori Sektor Konstruksi Bidang Tata Lingkungan Sub Bidang Perpipaan Air Bersih dan Limbah Jabatan Kerja Pengawas Pekerjaan Perpipaan Air Limbah Rumah Tangga (KepMen Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia No. 206 Tahun 2010).
3. SKKNI Kategori Sektor Konstruksi Bidang Tata Lingkungan Sub Bidang Pengolahan Limbah dan Air Bersih Jabatan Kerja Operator Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (KepMen Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia No. 204 Tahun 2010).
4. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 54 Tahun 2017 Tentang Badan Usaha Milik Daerah.
5. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 4 Tahun 2017 Tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik.
6. Peraturan Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2017 Tentang Pedoman Pembentukan Dan Klasifikasi Cabang Dinas Dan Unit Pelaksana Teknis Daerah.
7. Peraturan Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2018 Tentang Pengangkatan Dan Pemberhentian Anggota Dewan Pengawas Atau Anggota Komisaris dan Anggota Direksi Badan Usaha Milik Daerah.
8. Peraturan Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia Nomor 79 Tahun 2018 Tentang Badan Layanan Umum Daerah.

1.5 Referensi

1. Ambarsari, H., & Qisthi, A. (2017). Remediasi Merkuri (Hg) pada Air Limbah Tambang Emas Rakyat dengan Metode Lahan Basah Buatan Terpadu. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 18(2), 148-156.

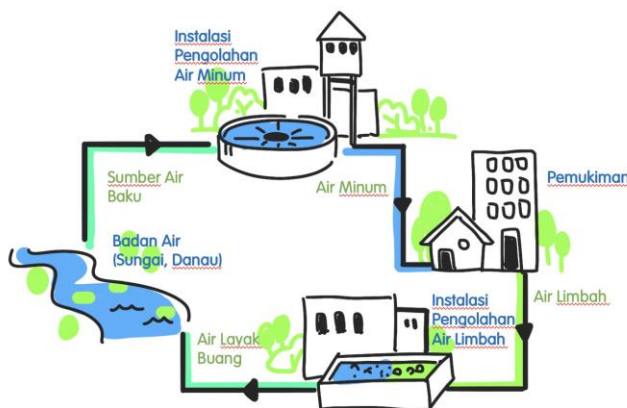
2. Anggraini, N., Priadi, C. R., & Herdiansyah, H. (2021, April). Material and Life Service of the Septic Tank Have an Influence on the Biological Pollution of Groundwater (Case Study Kelurahan Pademangan Barat, North Jakarta). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 755, No. 1, p. 012069). IOP Publishing.
3. Anggraini, Novita. (2021). Pengelolaan Lumpur Tinja sebagai Upaya Pencegahan Pencemaran Air Tanah (Studi Kasus Program Layanan Lumpur Tinja Terjadwal di Kelurahan Pademangan Barat, Jakarta Utara). (Tesis Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Indonesia). <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20514187&lokasi=lokal>
4. Aswandi, Rizki. (2014). Peran Perusahaan Daerah Air Minum (BUMD AIR MINUM) Tirta Indra Memberikan Pelayanan dalam Penyediaan Air Bersih di Kecamatan Rengat Kabupaten Indragiri Hulu. *Jom FISIP*, 1(2).
5. Fernando, Muhammad Rizki. (2015). Penggunaan Air Limbah Industri. 2015. 1-9.
6. Hao, Xue & Ruihong, Yu & Zhuangzhuang, Zhang & Zhen, Qi & Lu, Xi Xi & Tingxi, Liu & Ruizhong, Gao. (2021). Greenhouse gas emissions from the water–air interface of a grassland river: a case study of the Xilin River. *Scientific Reports*. 11. 2659. 10.1038/s41598-021-81658-x.
7. Hapsari, D. (2015). Kajian Kualitas Air Sumur Gali dan Perilaku Masyarakat di Sekitar Pabrik Semen Kelurahan Karangtalun Kecamatan Cilacap Utara Kabupaten Cilacap. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 7(1), 18-28.
8. Ho, L. T., Jerves Cobo, R., Matti, B., Johan, S., Bodé, S., Boeckx, P., & Goethals, P. (2021). Dissolved gas concentrations in Cuenca river systems (Ecuador) in 2018.
9. Hosen, N. (2012). Adopsi Teknologi Pengolahan Limbah Pertanian oleh petani anggota Gapoktan Puap di Kabupaten Agam, Sumatera Barat. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 12(2).
10. II, B.L. (1989). The Human Causes of Global Environmental Change. *Global Change and Our Common Future: Papers from a Forum*. 90-99.

11. Kementerian PPN/BAPPENAS. (2019). *Kerangka Nasional Pengembangan Pengelolaan Lumpur Tinja*. Jakarta: BAPPENAS
12. Kementerian PUPR, Direktorat Jenderal Bina Konstruksi. (2019). Pengelolaan Air Limbah Domestik, diperoleh melalui situs: http://sibima.pu.go.id/pluginfile.php/92631/mod_resource/content/1/Puti%20Sri%20Komala-Pengelolaan%20Air%20Limbah%20Domestik.pdf, 20 Desember 2020, pk. 09.30 WIB.
13. Kementerian PUPR, Direktorat Jenderal Cipta Karya (2022). *Keynote Speech: Dukungan Pemerintah Pusat Dalam Pengembangan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T) dalam Workshop Berbagi Pengetahuan & Pengalaman (Sharing Knowledge & Experience) Pengelolaan Air Limbah Domestik*, oleh PERPAMSI, Batam – 27 Oktober 2022.
14. May, L., Place, C. J., George, D. G., & McEvoy, J. (1996). *An Assessment of The Nutrient Loadings from The Catchment to Bassenthwaite Lake*.
15. Metcalf & Eddy. (2008). *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse*. New York: McGraw-Hill.
16. Metcalf & Eddy. (2014). *Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery. 5th Edition*. New York: McGraw-Hill.
17. Miller, Tyler. Spoolman, Scoot. (2015). *Environmental Science, Fifteenth Edition*. Canada: Cengage Learning.
18. Pranadji, T. (2017). *Keserakahan, Kemiskinan, dan Kerusakan Lingkungan*. Analisis Kebijakan Pertanian, 3(4), 313-325.
19. Putri DW, Soewondo P, Effendi AJ, Setiadi T. (2016). Sustainability Analysis of Domestic Wastewater Treatment Technology Applied on Human Settlement in Swamp Area. 7(9), 54–66.
20. Rani Devi, Dahiya RP. (2008). COD and BOD Removal from Domestic Wastewater Generated in Decentralized Sectors.. *Bioresour Technol*. 99(2), 344–349.
21. Rusydi, A., Naili, W., & Lestiana, H. (2015). Pencemaran Limbah Domestik Dan Pertanian Terhadap Airtanah Bebas Di Kabupaten Bandung. *Riset Geologi dan Pertambangan*, 25(2), 87-97.

22. Safi, F., Furlong, C., Luthra, B., Rohilla, S. K., Brdjanovic, D. (2022). *Monitoring Progress in Citywide Sanitation. Frontiers in Environmental Science*, 9.
23. Sukendar, H. (2013). Hubungan antara Kelestarian Ekonomi dan Lingkungan: Suatu Kajian Literatur. *Binus Business Review*, 4(2), 841-850.
24. Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Eliassen, R. (1977). *Solid wastes: engineering principles and management issues*. New York: McGraw-Hill.
25. Tilman, D, and C Lehman. (2001). Human-Caused Environmental Change: Impacts on Plant Diversity and Evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 98(10), 5433-5440.
26. U.S. Environment Protection Agency, *Onsite Wastewater Treatment Systems Manual* (2002), hlm. 3-25.
27. Wijaya, I Made Wahyu & Soedjono, Eddy. (2018). Domestic Wastewater in Indonesia: Challenge in The Future Related to Nitrogen Content. *International Journal of Geomate*, 15, 32-41.
28. Yuwono, A. S. (2008). Kuantifikasi Bau dan Polusi Bau di Indonesia. *Jurnal Purifikasi*, 9(2), 175-186.

BAB II PELUANG BUMD AIR MINUM DALAM SEKTOR AIR LIMBAH

2.1 Dua sisi mata uang: Air Minum & Air Limbah



Gambar 1. Siklus air wilayah perkotaan

Air minum dan air limbah merupakan kesatuan dari dua sisi mata uang. Keduanya tidak terpisahkan. Setiap air yang kita gunakan akan menjadi air limbah yang memiliki dampak buruk bagi lingkungan (*Lampiran 5.1*). Karena itu, air limbah tersebut perlu diolah kembali sebelum memasuki badan air di lingkungan. Kegagalan dalam pengelolaan air limbah ini akan mengakibatkan badan air tercemar dan sulit untuk dijadikan sebagai sumber air baku BUMD Air Minum. Sebagai contoh, 13 sungai di Jakarta telah tercemar limbah domestik dan tidak dapat menjadi sumber utama air baku bagi Jakarta. Akibatnya, PAM Jaya (<https://www.pamjaya.co.id/infolayanan#sumbairbaku>, 2023) hanya mengolah 1.060 liter per detik (lpd) dari total 20.725 lpd, atau kurang lebih 5% dari total produksi air.

Sebagian besar pengelolaan air minum dan air limbah di dunia dilakukan oleh pemerintah kota melalui satu lembaga. Pembayaran retribusi layanan keduanya dilakukan satu pintu pada pemerintah kota. Sebagai contoh, pengelolaan gabungan air minum dan air limbah dilakukan oleh PUB Singapura, Waternet Amsterdam, Manila Water dan Maynilad Water Manila, serta kota-kota di Jerman. Pengelolaan gabungan ini akan menjamin bahwa setiap air yang digunakan akan diolah kembali sebelum memasuki badan air.

Di Indonesia, pengelolaan air minum dan air limbah pada satu lembaga (operator) juga sudah dilakukan. Beberapa kota yang telah menggabungkan pengelolaan keduanya yaitu Perumda AM Toya Wening Kota Surakarta, Perumda Tirta Wening Kota Bandung, Perumda Tirtanadi Provinsi Sumatera Utara, Perumda Tirta Manggar Kota Balikpapan, dan BP Batam.

2.2 Pemanfaatan Teknologi Pengolahan Air Limbah dan Air Minum secara Bersamaan

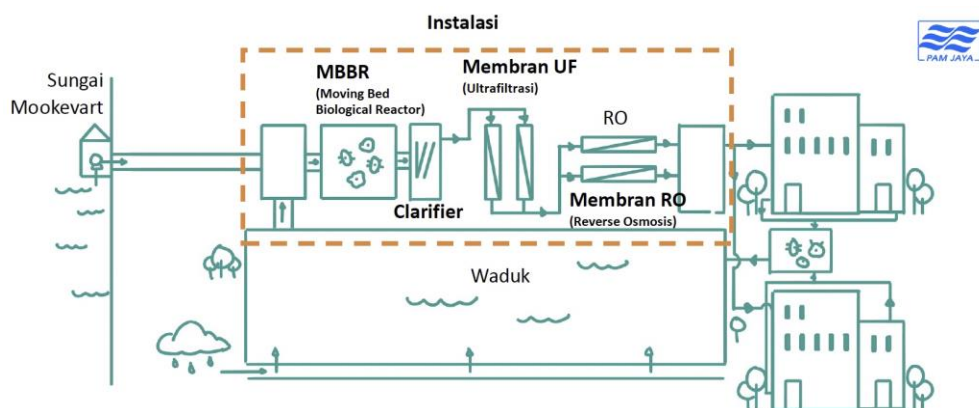
Rumah Susun Sewa (Rusunawa) Pesakih di Daan Mogot saat ini sudah tersambung jaringan perpipaan PAM Jaya. Namun, distribusi air belum optimal di daerah ini. Berkaitan dengan kebutuhan rusunawa sebagai fasilitas tempat tinggal yang disediakan oleh Pemerintah Provinsi DKI Jakarta, PAM Jaya melakukan inovasi untuk pengolahan air Sungai Mookervaart. Sungai Mookervaart merupakan sungai yang tercemar air limbah domestik dan sangat sulit untuk digunakan sebagai sumber air baku.

Untuk dapat menggunakan sumber air ini, PAM Jaya perlu menggunakan teknologi pengolahan air limbah di tahap awal dan teknologi pengolahan air minum terbaru di tahap akhir. Dengan begitu, air tersebut bisa digunakan sebagai air minum. Teknologi pengolahan air limbah yang digunakan berupa unit reaktor biofilm yang dikenal dengan MBBR (*Moving Bed Biological Reactor*) yang diterapkan juga di IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) di Setiabudi oleh PAL Jaya. Teknologi MBBR mampu mengolah air limbah dengan luas lahan yang lebih kecil dibandingkan dengan teknologi lumpur aktif konvensional maupun laguna aerasi. Namun, teknologi MBBR membutuhkan konsumsi energi yang lebih tinggi.

Teknologi pengolahan air minum menggunakan gabungan teknologi membran Ultrafiltrasi (UF) dan teknologi membran *Reverse Osmosis* (RO). Teknologi membran UF mampu menjernihkan air baku dengan lahan yang lebih kecil dibandingkan dengan teknologi pengolahan air konvensional. Namun, pada teknologi membran UF biaya listrik dan penggantian membran akan jauh lebih tinggi. Terakhir teknologi membran RO merupakan teknologi yang mampu menyaring kadar garam di air baku. Teknologi ini mampu mengolah air laut menjadi air minum. Karena instalasi ini terletak di daerah perumahan, lahan yang tersedia sangat terbatas. Selain itu, target instalasi ini

juga menghasilkan air minum yang akan dikonsumsi warga di rusunawa, sehingga penggunaan gabungan teknologi di atas diperlukan.

Namun, pengelolaan air seperti ini tidak ideal. Sebaiknya teknologi pengelolaan ini tidak diterapkan untuk skala besar karena nilai biaya operasional yang jauh lebih mahal dari biaya operasional air minum pada umumnya. Besaran biaya pengolahan dengan teknologi seperti ini bisa mencapai 5-10 kali dari biaya pengolahan pada umumnya.



Gambar 2. Diagram pengolahan terintegrasi air minum dan air limbah di SPAM Mookervart Pesakih

2.1 Isu Strategis

1. Capaian sanitasi aman

Realisasi 2021 dalam RPJMN (PUPR, 2022) menyebutkan bahwa 80.29% rumah tangga sudah memiliki akses layak sanitasi dan 7.25% memiliki akses sanitasi aman. Sanitasi layak didefinisikan sebagai fasilitas sanitasi yang memenuhi syarat kesehatan, antara lain, kloset mesti menggunakan leher angsa dan ada tangki septik. Sanitasi aman didefinisikan sebagai fasilitas sanitasi layak yang sudah tersambung ke dalam jaringan perpipaan pengolahan air limbah terpusat kota, atau yang tangki septiknya sudah dilakukan penyedotan berkala dan dibuang ke IPLT (*Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja*).

Berdasarkan data yang dirilis Kementerian PUPR tahun 2022, lebih dari 90% rumah tangga masih belum memiliki akses sanitasi aman. Tingkat layanan

rendah ini perlu didorong lebih jauh. Salah satu percepatan yang bisa dilakukan adalah penggabungan fungsi pengelolaan air limbah ke dalam BUMD Air Minum.

Tabel 2. Tabel Realisasi RPJMN terkait Sanitasi Layak dan Aman
(Sumber: Presentasi Kementerian PUPR, 2023)

INDIKATOR KINERJA	BASELINE 2019	RPJMN	
		TARGET 2024	REALISASI 2022
Persentase rumah tangga yang terlayani prasarana dan sarana air limbah domestik layak dan aman	77,4 % Akses Layak (termasuk 7,5% Akses Aman)	90 % Akses Layak (termasuk 15% Akses Aman)	80.92% Akses Layak (termasuk 10.16% Akses Aman)

Sebagaimana diamanatkan dalam Undang–Undang No 23 tahun 2014 tentang Pemerintahan Daerah, Pemerintah memiliki kewajiban melakukan penyelenggaraan sanitasi. Salah satunya adalah air limbah domestik berikut ketersediaan infrastruktur utama dan pendukungnya. Sanitasi adalah hak dasar bagi setiap warga negara. Penyediaan layanannya merupakan hak bagi warga negara tanpa terkecuali. *“No one left behind”*, sebagaimana amanat dari SDGs.

Ketentuan mengenai jenis dan mutu layanan dasar yang merupakan urusan pemerintahan wajib dan berhak diperoleh setiap warga negara secara minimal dikenal dengan Standar Pelayanan Minimal (SPM). Karena menjadi isu utama dan tidak terbantahkan, pemerintah menerbitkan regulasi yang mengatur SPM yang khusus mengatur mengenai pemberian layanan yang menjadi hak dasar manusia. Regulasi dimaksud adalah PP No 2 tahun 2028 tentang Standar Pelayanan Minimal. Secara teknis, penjelasannya ada pada Permen PUPR No 29 tahun 2018 tentang Standar Teknis Standar Pelayanan Minimal Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

2. Pola Pikir Masyarakat

Rendahnya kesadaran masyarakat terkait air limbah membuat kebutuhan pengelolaan air limbah terabaikan. Banyak pola pikir masyarakat saat ini bertentangan dengan prinsip pengelolaan air limbah. Seperti, apabila tangki septik tidak pernah penuh dan tidak pernah disedot dianggap tangki septik

tersebut sangat baik dan aman. Padahal, yang terjadi justru air limbah tersebut sudah mencemari lingkungan dan bahkan mencemari sumber air tanah di sekitar daerah tersebut.

Pola pikir lainnya adalah jika saya butuh maka saya akan berani membayar sejumlah uang. Sebaliknya, jika saya membuang sesuatu maka saya tidak perlu membayar. Pola pikir ini membuat masyarakat dengan mudahnya membuang air limbah mereka langsung ke lingkungan tanpa perlu adanya pengolahan yang cukup.

Kesadaran masyarakat perlu ditingkatkan melalui konsep Sosialisasi, Advokasi, Kampanye, Edukasi, dan Promosi atau disingkat SAKEP. Konsep ini harus dilakukan secara bertahap dan terus-menerus. Dengan konsep sanitasi yang disusun melalui perencanaan yang matang, diharapkan definisi sanitasi dapat dipahami masyarakat secara luas. Sanitasi tentu bukan sekadar untuk dipahami tapi juga dipraktikkan. Lebih jauh, praktik sanitasi tidak cukup hanya dengan melakukan cuci tangan dan buang air pada di toilet tapi mesti diperluas sampai pada kegiatan pengelolaan air limbah hasil cuci tangan dan toilet sehingga layak dibuang ke lingkungan.

Melakukan pengelolaan air limbah bukan hanya kewajiban pemerintah. Sebagaimana prinsip *"polluter pays principle"*, masyarakat juga memiliki kewajiban dalam melakukan pengelolaan. Misalnya, masyarakat dapat berkontribusi dalam menyediakan penampungan limbah yang standar, atau melakukan penyambungan perpipaan air limbah jika tersedia. Khusus bagi masyarakat yang menyediakan penampungan, perlu dipastikan adanya pengolahan lebih lanjut sebelum dibuang ke lingkungan. Dikarenakan adanya keterbatasan serta ketidakmampuan masyarakat untuk mengolah lebih lanjut, maka perlu membayar jasa penyedotan lumpur tinja untuk kemudian dibuang serta diolah di Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) sebelum dibuang ke lingkungan dengan aman.

3. Regulasi

Berdasarkan Undang-Undang No. 23 Tahun 2014 tentang Pemerintahan Daerah, air minum dan sanitasi merupakan pelayanan wajib yang harus disediakan oleh pemerintah karena merupakan infrastruktur dasar. Pengaturan

teknis turunan dari undang-undang tersebut diatur melalui Peraturan Menteri (Permen) PUPR No. 04 Tahun 2017 tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik, dan Permen PUPR No 29 tahun 2018 tentang Standar Teknis Standar Pelayanan Minimal Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Peraturan Pemerintah No. 122 Tahun 2015 tentang Sistem Penyediaan Air Minum baru menyebutkan bahwa penyelenggaraan SPAM harus dilaksanakan secara terpadu dengan penyelenggaraan sanitasi. Hal ini dimaksudkan untuk mencegah terjadinya pencemaran air baku dan menjamin keberlanjutan fungsi penyediaan air minum. Peraturan pemerintah terkait Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik (SPALD) dibutuhkan untuk memberikan regulasi yang lebih menyeluruh dan lebih mengikat di atas Permen PUPR di atas.

Peraturan Pemerintah di atas diturunkan ke dalam Peraturan Daerah (Perda). Namun, masih banyak pemerintah kabupaten/kota saat ini belum memiliki Peraturan Daerah terkait Pengelolaan Air Limbah Domestik. Tahun 2021, 115 Pemerintahan Kota/Kabupaten yang memiliki Perda Pengelolaan Air Limbah Domestik (Database Direktorat Sanitasi, 2021). Apabila peraturan daerah ini belum ada, pemerintah daerah akan sulit bergerak dalam melakukan implementasi pengelolaan di lapangan. Sebagai tambahan, penegakan hukum terkait pengelolaan air limbah domestik juga akan sulit dilaksanakan.

4. Pendanaan

Pembiayaan pengelolaan air limbah memiliki tantangan yang besar dibandingkan air minum. Hal ini disebabkan, antara lain, karena secara umum investasi di bidang air limbah baru dianggap layak secara ekonomi tapi tidak layak secara keuangan. Artinya, jika dilihat dari pendapatan secara finansial, maka pendapatan tersebut tidak dapat menutupi pengembalian investasi tapi secara ekonomi memiliki dampak yang besar. Sebagai contoh, jika air limbah dikelola dengan baik, maka pembiayaan kesehatan akan menurun karena orang-orang menjadi sehat. Selain itu, produktivitas pun meningkat dan kualitas air sungai membaik sehingga lingkungan menjadi bersih dan nyaman. Kondisi tersebut akan meningkatkan minat turis untuk datang. Hal ini mengindikasikan bahwa investasi di sektor air limbah akan menguntungkan secara ekonomi. (Sumber: Waste to Resource, *Worldbank Report*, 2020)

Dengan landasan pemikiran seperti disebutkan di atas, maka diperlukan inovasi-inovasi dalam mencari alternatif pembiayaan bagi pengelolaan air limbah. Misalnya dengan melibatkan pihak swasta (investor), memanfaatkan dana *corporate social responsibility* (CSR), atau hibah dari pihak-pihak lain.

Bagi BUMD Air Minum pengelola air limbah, ada peluang cukup besar jika mengolaborasikan antara pelanggan air minum dengan pelanggan air limbah sehingga proses penagihan dapat disatukan. Hal ini cukup menguntungkan karena tagihan biaya pengelolaan air limbah domestik setempat dilakukan setiap bulan, sedangkan untuk pelayanan penyedotan dilakukan selama tiga tahun sekali. Dengan pengelolaan yang bagus, biaya air limbah dapat ditutupi dari pendapatan dan bahkan bisa mendapatkan keuntungan.

5. Stunting

Kementerian Kesehatan mengumumkan hasil Survei Status Gizi Indonesia (SSGI) pada Rapat Kerja Nasional BKKBN, Rabu (25/1), menyebutkan bahwa prevalensi stunting di Indonesia turun dari 24,4% di tahun 2021 menjadi 21,6% di 2022. Dengan perkiraan jumlah balita 23 juta anak, masih sekitar kurang lebih 5 juta anak Indonesia mengalami stunting.

Menurut penelitian Unicef (2018) di Indonesia, anak-anak yang hidup di rumah tangga dengan fasilitas akses sanitasi baik memiliki kemungkinan 29% lebih rendah untuk menderita stunting dibanding mereka yang hidup di rumah tangga tanpa akses sanitasi layak. Penelitian tersebut mencerminkan bahwa kasus stunting berkorelasi dengan kondisi sanitasi dan kebersihan yang buruk.

Kasus stunting sendiri berhubungan dengan terjadinya *Environmental Enteric Dysfunction* (EED), yaitu kondisi di mana usus menjadi lebih kecil dan kurang dapat mencerna nutrisi. Seperti dikutip dari Jurnal Prosiding; Seminar Nasional COSMIC Kedokteran, Januari 2024, sebanyak 40% EED ditemukan pada kasus stunting. Sementara, stunting menimbulkan dampak serius, yaitu dapat menghambat pertumbuhan otak sehingga menurunkan kecerdasan anak-anak. Oleh karenanya, hal ini menjadi isu strategis bagi generasi mendatang.

6. Perubahan Iklim

Perubahan iklim dan pengelolaan air limbah yang buruk dapat berpengaruh buruk kepada kualitas, kuantitas, dan kontinuitas sumber air baku BUMD Air Minum. Hal ini terjadi karena dua kondisi tersebut dapat memicu proses pertumbuhan algae tanpa kontrol (*algae blooming*). Ketika kondisi itu terjadi, kualitas sumber air baku menurun.

Selain kualitas air baku, perubahan iklim juga berdampak buruk pada kuantitas dan kontinuitas air baku BUMD Air Minum. Beberapa efek perubahan cuaca antara lain adalah tingkat kekeringan di beberapa tempat atau tingkat badai/banjir di beberapa tempat lainnya meningkat tajam. Cuaca ekstrem ini membuat BUMD Air Minum perlu mencari rencana-rencana mitigasi air baku yang mungkin terganggu.

Menghadapi isu ketersediaan air baku, pengelolaan air limbah yang buruk, serta isu perubahan iklim, Kota Batam merencanakan pengelolaan air baku dengan pemantapan kembali (daur ulang) air limbah melalui konsep *Batam Integrated Total Water Management* (BITWM). Hasil pengolahan air limbah dari instalasi yang ada di IPAL Bengkong Sadai dipompa ke Bendungan Duriangkang sebelum digunakan sebagai air baku air minum.

Konsep daur ulang ini dilakukan untuk meminimalisasi persepsi negatif dari masyarakat terhadap pemanfaatan kembali hasil olahan air limbah menjadi air baku air minum. Persepsi negatif dimaksud terutama berkaitan dengan estetika maupun yang berkaitan dengan ajaran agama tertentu, semisal dalam syariat agama Islam. Karena itu, mengalirkan air hasil olahan dari air limbah ke alam atau badan air (bendungan) menjadi salah satu opsi untuk menetralkan persepsi masyarakat tersebut.

7. Kelembagaan

Data memperlihatkan, belum setiap daerah memiliki instansi pengelola air limbah. Berdasarkan Database Direktorat Sanitasi, 2021, di Indonesia baru terdapat 121 pengelola air limbah domestik. Rinciannya, jaringan perpipaan air limbah terpusat baru terdapat di 13 kota/kabupaten dan empat buah dalam masa konstruksi.

Sementara dari sisi bentuk hukumnya, ada dua perusahaan berbentuk BUMD Air Limbah khusus dan juga BUMD Air Minum yang memiliki fungsi ke dalam pengelolaan air limbah. Saat ini ada lima pengelola air limbah yang terintegrasi dalam BUMD Air Minum (Database Direktorat Sanitasi, 2021). Ada dua pengelola air limbah yang berbentuk BLUD, dan sisanya berbentuk UPTD. Namun, sebagian besar daerah belum memiliki instansi pengelola air limbah.

2.2 Dampak dan Peluang Air Limbah

Pertumbuhan ekonomi yang pesat di Indonesia, masih belum berbanding lurus dengan pasokan air bersih dan sanitasi berkualitas. Saat ini, manajemen pengelolaan limbah yang efektif terus diupayakan oleh pemerintah di tingkat nasional. Beberapa isu menjadi tantangan yang cukup berat. Hal ini diakibatkan oleh aktivitas bisnis dan konsumsi rumah tangga yang terus meningkat sehingga menyebabkan pelonjakan limbah cair dan padat.

Limbah rumah tangga yang dihasilkan masyarakat, baik yang berbentuk cair maupun padat, berpotensi mencemari tanah, menimbulkan bau yang tidak sedap, merusak ekosistem air, hingga berpengaruh pada sumber air minum masyarakat dan menyebabkan bibit penyakit. Kondisi seperti ini biasanya terjadi akibat tidak adanya penanganan yang memadai terhadap limbah, khususnya limbah cair, sebelum dialirkan ke saluran pembuangan.

Pencemaran air di badan sungai akibat buangan air limbah domestik merupakan salah satu dampak dari perkembangan kegiatan masyarakat di permukiman urban. Dampak air buruk pada lingkungan lebih lanjut dapat dibaca pada Lampiran 5.2. Di sisi lain, beberapa aliran sungai digunakan sebagai sumber air baku. Pengendalian pencemaran lingkungan perlu dilakukan, salah satunya, dengan pemenuhan prasarana dan sarana air limbah permukiman.

Upaya untuk mengendalikan pencemaran lingkungan agar tetap sehat dapat menjadi usaha yang menguntungkan. Selain berusaha menjaga kelestarian alam, bisnis dalam sektor pengolahan air limbah menjadi peluang secara ekonomi. Jasa layanan pengolahan air limbah domestik dapat dilakukan bagi rumah tinggal, perkantoran, rumah sakit, atau industri. Metode penyediaan teknologi dapat menggunakan sistem terpusat, yaitu menggunakan jaringan perpipaan sebagaimana dalam penyediaan air minum, maupun sistem setempat.

2.2.1 Peluang Air Limbah bagi BUMD Air Minum

Bisnis pengolahan air limbah dapat dikategorikan sebagai *future business* yaitu bisnis masa depan yang memiliki peluang besar. Hal ini terutama berlaku pada pengolahan air limbah yang digunakan untuk daur ulang. Dewasa ini air di perkotaan semakin langka, sehingga upaya mendaur ulang air untuk digunakan masyarakat akan terus ditingkatkan oleh pemerintah pusat hingga pemerintah kota/kabupaten setempat. Sementara, dari beberapa data survei nasional, diprediksi pada tahun 2025 mendatang, lebih dari 67% populasi masyarakat Indonesia akan menetap di kota. Dengan demikian, isu pasokan air bersih dan sanitasi akan makin disoroti.

Dari beberapa **sektor** yang dianggap memiliki peran penting untuk meningkatkan akses sanitasi, BUMD Air Minum berpeluang besar dalam penyediaan Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik (SPALD) secara terpusat maupun setempat. Cakupan pelayanan air limbah secara terpusat adalah yang menggunakan sistem jaringan perpipaan. Adapun hal tersebut jumlahnya di Indonesia terbilang masih sangat rendah.

Selain profit yang didapatkan, BUMD Air Minum dalam mengupayakan layanan pengolahan air limbah juga memiliki benefit apabila menggunakan air dari sungai sebagai air baku untuk produksi. Badan air dan sungai akan terhindar dari cemaran aktivitas bisnis dan domestik masyarakat. Menekan biaya produksi air bersih menjadi lebih mungkin ketika bisnis air limbah juga dijalankan secara bersamaan dan berkesinambungan.

2.2.1.1 Studi Kasus BUMD Air Minum Tirtanadi, Sumatera Utara

Sejak tahun 1991, BUMD Air Minum Tirtanadi ditunjuk sebagai operator sistem pengelolaan air limbah Sumatera Utara. Pada 2023, BUMD Air Minum Tirtanadi memiliki kurang lebih 60.000 pelanggan dengan rata-rata tarif Rp20.000 per pelanggan. Pendapatan yang dihasilkan dari pengelolaan air limbah dalam satu tahun mencapai **Rp14.4 miliar**. Apabila seluruh pelanggan tersebut dilakukan penyedotan per 3 tahun sekali maka BUMD Air Minum Tirtanadi akan melakukan penyedotan untuk 6.000 pelanggan dalam satu tahun tersebut. Kebutuhan biaya untuk penyedotan dan pengolahan lumpur tinja diperkirakan sebesar 21 miliar Rupiah dan kebutuhan operasional diasumsikan sebesar Rp2 miliar, maka total biaya yang dibutuhkan dalam satu tahun pertama mencapai **Rp23 miliar**. Pada tahun pertama, BUMD Air Minum Tirtanadi dimodelkan rugi sebesar (-) **Rp8.6 miliar**.

Pada tahun kedua dan ketiga, BUMD Air Minum Tirtanadi diasumsikan hanya mengeluarkan biaya operasional masing-masing **Rp2 miliar** per tahun. Selama tahun kedua dan ketiga BUMD Air Minum Tirtanadi akan tetap mendapat biaya bulanan dan tiap tahun tetap mendapat *revenue* **Rp14.4 miliar**. Pada tahun kedua dan ketiga, BUMD Air Minum Tirtanadi dengan model ini mendapat keuntungan masing-masing **Rp12.4 miliar**.

Dengan demikian, selama total 3 tahun pelayanan L2T2, BUMD Air Minum Tirtanadi mampu mendapatkan surplus **Rp16.2 miliar**.

Tabel 3. Perhitungan model cashflow L2T2 oleh BUMD Air Minum Tirtanadi

(Milyar Rp)

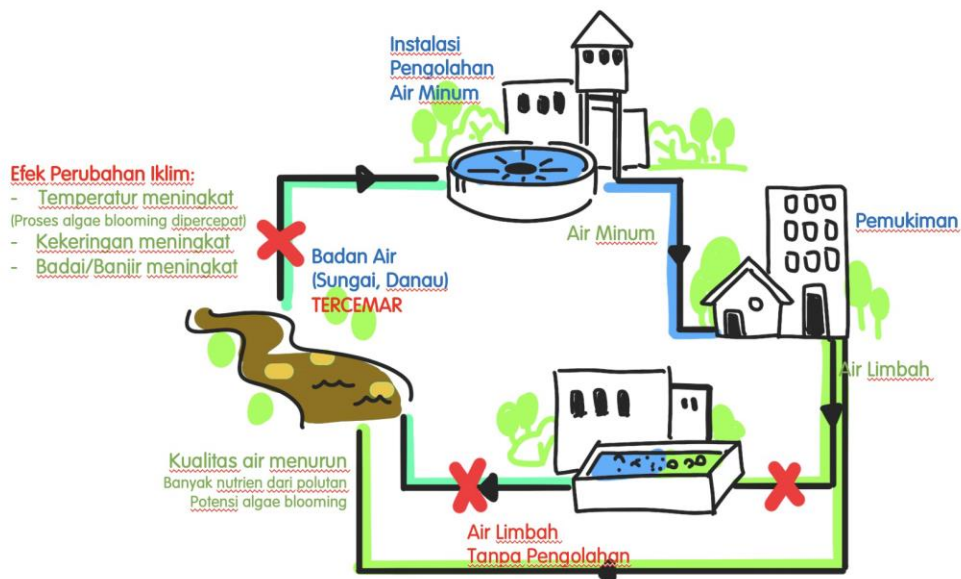
Cash Flow L2T2					
		Tahun ke-1	Tahun ke-2	Tahun ke-3	Jumlah
Cash in :					
Pelanggan	60.000	14.40	14.40	14.40	43.20
Tarif per bulan	20.000				
Jumlah bulan	12				
Cash out :					
Jumlah penyedotan	60.000	21.00	0.00	0.00	21.00
Biaya sedot per m3	350.000				
		2.00	2.00	2.00	6.00
Biaya Operasional		23.00	2.00	2.00	27.00
Surplus (defisit)					
		-8.60	12.40	12.40	16.20

2.2.2 Hubungan Air Limbah dan Air Minum Memitigasi Perubahan Iklim

Merujuk penelitian terbaru (2021) yang dilakukan oleh Hao dkk, air sungai dapat mengandung tiga gas rumah kaca, yaitu karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), dan dinitrogen oksida (N₂O). Semakin tercemar sungai maka semakin besar kadar emisinya. Terutama sungai yang mengalir di perkotaan, potensinya untuk menghasilkan emisi lebih tinggi sehingga masalah gas rumah kaca terus meningkat. Dalam beberapa kasus, sungai di perkotaan mengeluarkan emisi rumah kaca berkali-kali lebih banyak dibanding sungai yang ada di situs alam.

Sejumlah penelitian menunjukkan, terdapat tren yang jelas antara kualitas air dan emisi gas rumah kaca; semakin tercemar sungai, semakin tinggi emisinya. Long Tuan Ho dari Universitas Ghent, Belgia, dalam penelitiannya

menuliskan, ketika sungai terpolusi maka potensi pemanasan globalnya meningkat dari dua menjadi sepuluh kali lipat. Konsentrasi gas CO₂ dan CH₄ di dalam sungai meningkat sepuluh kali lipat, sementara konsentrasi gas N₂O limabelas kali lebih banyak.



Gambar 3. Efek perubahan iklim dan air limbah yang tidak dikelola terhadap siklus air urban

Telah diketahui sebelumnya, sebagian besar bahan pencemar yang mengalir ke badan air dan sungai berasal dari air limbah masyarakat yang tidak diolah. Hal ini menyebabkan badan air dan sungai di perkotaan yang tercemar menjadi pusat emisi gas rumah kaca. Pembuangan air limbah tanpa pengolahan berakibat pencemaran air sungai dan dapat mengakibatkan tumbuh kembang alga tanpa kontrol (*algae blooming*). Polutan air limbah dan *algae blooming* jika tidak dicegah akan memengaruhi kualitas air baku secara terus-menerus. Hal ini akibat alga yang selalu tumbuh berkembang lalu mati dan kembali mencemari lingkungan. Peningkatan temperatur lingkungan akibat perubahan iklim akan mempercepat proses *algae blooming*, membuat penurunan kualitas air baku semakin cepat dan semakin besar.

Sebagai tambahan, perubahan iklim juga meningkatkan level air laut. Peningkatan level air laut ini juga akan mengakibatkan intrusi air laut lebih tinggi.

Dampaknya, kadar garam air tanah dan air permukaan juga meningkat. Untuk membersihkan air permukaan dari kadar garam berlebihan ini tidak mudah. Butuh teknologi yang sangat maju dengan biaya yang akan menjadi sangat besar.

Selain kualitas air baku, perubahan iklim juga berdampak buruk pada kuantitas dan kontinuitas air baku BUMD Air Minum. Beberapa efek perubahan cuaca antara lain tingkat kekeringan di beberapa tempat atau tingkat banjir di beberapa tempat lainnya meningkat tajam. Cuaca ekstrem ini membuat BUMD Air Minum perlu mencari rencana-rencana mitigasi air baku yang mungkin terganggu.

Peran BUMD Air Minum dalam mengelola air limbah tidak hanya untuk mengurangi pencemaran sungai dan meningkatkan kualitas air untuk aktivitas fauna. Lebih dari itu, pengelolaan air limbah oleh BUMD Air Minum juga sebagai bagian dari upaya pengurangan emisi gas rumah kaca dan dampak perubahan iklim.

2.2.2.1 Studi Kasus Perumda PAL Jaya

Perumda PAL Jaya melakukan inovasi dalam mengelola air limbah di kawasan Ancol, Jakarta Utara. Air limbah tersebut kemudian didaur ulang untuk keperluan air industri. Melalui proses daur ulang, siklus penggunaan air di kawasan Ancol menjadi lebih tertutup. Hal ini berdampak lebih baik bagi lingkungan. Proses daur ulang tersebut menjadi pendapatan bagi PAL Jaya dari penjualan air daur ulang.

Inovasi-inovasi seperti daur ulang air perlu dikembangkan lebih lanjut karena selain layak secara finansial, juga membantu menyediakan air baku untuk air minum. Namun, meski memiliki nilai ekonomis, penggunaan air daur ulang masih membutuhkan banyak penelitian dalam hal penggunaan air lebih lanjut dan juga perubahan cara pandang masyarakat akan air daur ulang tersebut.

2.2.3 Pencapaian Standar Pelayanan Minimal (SPM)

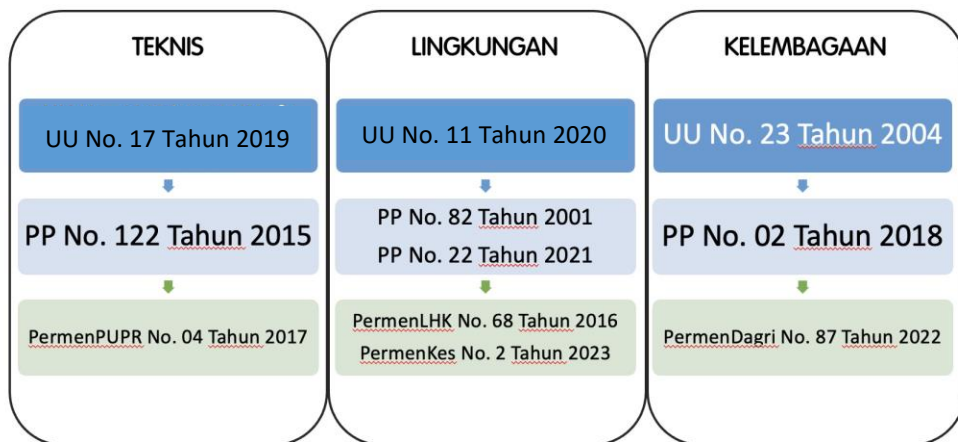
Penerapan Standar Pelayanan Minimal (SPM) dilakukan dalam rangka penyelenggaraan yang berkaitan dengan pelayanan dasar. Selain itu, SPM juga merupakan alat pemerintah untuk menjamin akses dan mutu pelayanan da-

sar kepada masyarakat serta meningkatkan keadilan. Melalui PP No. 02 Tahun 2018, Pasal 7 terkait SPM Pekerjaan Umum, pemerintah daerah wajib menyediakan pelayanan pengolahan air limbah domestik bagi warganya.

BUMD Air Minum dapat memanfaatkan peluang ini untuk mengajukan investasi dalam pembangunan infrastruktur dan sarana prasarana yang mendukung pengelolaan air limbah domestik.

2.3 Peraturan

Peraturan-peraturan terkait pengelolaan air limbah domestik, sebagaimana gambar berikut :



Gambar 4. Peraturan-peraturan terkait Pengelolaan Air Limbah Domestik

2.3.1 Undang Undang

1. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2019 Tentang Sumber Daya Air

Pasal 10

Dalam mengatur dan mengelola Sumber Daya Air, Pemerintah Pusat sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) bertugas:

- j. menjaga efektivitas, efisiensi, kualitas, dan ketertiban pelaksanaan Pengelolaan Sumber Daya Air pada Wilayah Sungai lintas negara, Wilayah Sungai lintas provinsi, dan Wilayah Sungai strategis nasional;

Pasal 13

Dalam mengatur dan mengelola Sumber Daya Air, Pemerintah Daerah provinsi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 12 bertugas:

j. menjaga efektivitas, efisiensi, kualitas, dan ketertiban pelaksanaan Pengelolaan Sumber Daya Air pada Wilayah Sungai lintas kabupaten/kota;

2. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2020 Cipta Kerja

Paragraf 3 Persetujuan Lingkungan

Pasal 20

Ayat 3: Setiap orang diperbolehkan untuk membuang limbah ke media lingkungan hidup dengan persyaratan:

- a. memenuhi baku mutu lingkungan hidup; dan
- b. mendapat persetujuan dari pemerintah pusat atau Pemerintah Daerah.

Ayat 4: Ketentuan lebih lanjut mengenai baku mutu lingkungan hidup sebagaimana dimaksud pada ayat (2) diatur dalam Peraturan pemerintah.

3. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2014 Tentang Pemerintahan Daerah

BAB 4 Bagian Ketiga Urusan Pemerintahan Konkuren

Pasal 12: (1) Urusan Pemerintahan Wajib yang berkaitan dengan Pelayanan Dasar sebagaimana dimaksud dalam Pasal 11 ayat (2) meliputi:

c. pekerjaan umum dan penataan ruang;

Bidang Pekerjaan Umum Dan Penataan Ruang

1. Sumber Daya Air (SDA)
2. Air Minum
3. Persampahan
4. Air Limbah

2.3.2 Peraturan Pemerintah

1. PP No. 122 Tahun 2015 tentang Sistem Penyediaan Air Minum

Pasal 33

Ayat 1: Penyelenggaraan SPAM harus dilaksanakan secara terpadu dengan penyelenggaraan sanitasi untuk mencegah pencemaran air baku dan menjamin keberlanjutan fungsi penyediaan air minum.

2. PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, Pasal 18: Pemerintah melakukan pengendalian pencemaran air pada sumber air.
3. PP No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Pasal 129 Ayat 1: Pemerintah dan/atau Pemerintah Daerah menyediakan sarana dan prasarana pengendalian pencemaran air.

Ayat 4: Hasil pengolahan Air Limbah dari sarana dan prasarana pengendalian Pencemaran Air sebagaimana dimaksud pada ayat (1) harus memenuhi Baku Mutu Air Limbah dan alokasi beban pencemar air.

4. PP No. 02 Tahun 2018 tentang SPM Standar Pelayanan Minimal Standar Pelayanan Minimal, yang selanjutnya disingkat SPM adalah ketentuan mengenai Jenis dan Mutu Pelayanan Dasar yang merupakan Urusan Pemerintahan Wajib yang berhak diperoleh setiap Warga Negara secara minimal.

Pasal 7 : Jenis Pelayanan Dasar pada SPM pekerjaan umum Daerah terdiri atas : (b) penyediaan pelayanan pengolahan air limbah domestik.

2.3.3 Peraturan Menteri

1. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

Permen PUPR No. 04 Tahun 2017

Permen PUPR No. 04 Tahun 2017 tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik.

Peraturan Menteri ini dimaksudkan sebagai pedoman bagi penyelenggara SPALD untuk memberikan pelayanan pengelolaan air limbah domestik

kepada seluruh masyarakat. Secara umum Permen PUPR No. 04 Tahun 2017 terdiri dari:

BAB I: KETENTUAN UMUM

BAB II: PENYELENGGARA, JENIS DAN KOMPONEN SPALD

BAB III: PERENCANAAN SPALD

BAB IV: KONSTRUKSI SPALD

BAB V: PENGOPERASIAN, PEMELIHARAAN, DAN REHABILITASI

BAB VI: PEMANFAATAN

BAB VII: KELEMBAGAAN

BAB VIII: PEMBIAYAAN DAN PENDANAAN

BAB IX: RETRIBUSI

BAB X: KOMPETENSI

BAB XI: PEMBINAAN

BAB XII: PENGAWASAN

2. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.

LAMPIRAN I

PERATURAN MENTERI LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN

REPUBLIK INDONESIA

NOMOR P.68/Menlhk-Setjen/2016

TENTANG

BAKU MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK

BAKU MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK TERSENDIRI

Parameter	Satuan	Kadar maksimum*
pH	–	6 – 9
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	30
Minyak & lemak	mg/L	5
Amoniak	mg/L	10
Total Coliform	jumlah/100mL	3000
Debit	L/orang/hari	100

Gambar 5. Lampiran PerMenLHK No. 68 Tahun 2016

Baku mutu tersebut merupakan ukuran batas jumlah kadar pencemar dari air limbah yang akan dibuang ke badan air di lingkungan sehingga kondisi lingkungan tetap terjaga. Karakteristik parameter air limbah dalam Permen LHK di atas dapat dibaca lebih lanjut pada Lampiran 5.3.

3. Peraturan Menteri Kesehatan

Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes) No. 02 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah No. 66 Th. 2014 tentang Kesehatan Lingkungan.

Pasal 4

Ayat 1: Setiap penghuni dan/atau keluarga yang bertempat tinggal di lingkungan Permukiman wajib memelihara kualitas media air, udara, Tanah, Pangan, Sarana dan Bangunan, dan mewujudkan kepadatan Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit sesuai SBMKL dan Persyaratan Kesehatan.

4. Peraturan Menteri Dalam Negeri

Permendagri No.87 Tahun 2022 tentang Percepatan Layanan Sanitasi Berkelanjutan di Daerah Tahun 2022-2024.

Peraturan menteri ini bertujuan untuk melaksanakan sinkronisasi, koordinasi, dan integrasi percepatan layanan sanitasi berkelanjutan di daerah dan mencapai target akses sanitasi pada Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020-2024.

Pasal 2

Peraturan Menteri ini bertujuan untuk:

- a. melaksanakan sinkronisasi, koordinasi, dan integrasi percepatan layanan Sanitasi berkelanjutan di daerah; dan
- b. mencapai target akses Sanitasi pada Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2020-2024 yaitu:

...

3. rumah tangga yang menempati hunian dengan akses sanitasi untuk Air Limbah Domestik 90% layak dan termasuk 15% aman; dan

4. rumah tangga yang masih mempraktikkan BABS di tempat terbuka 0%.

2.3.4 Peraturan Daerah dan Peraturan Gubernur/Walikota/Bupati

Peraturan Daerah dan Peraturan Gubernur/Wali kota/Bupati merupakan perangkat kebutuhan peraturan daerah dalam melakukan pengelolaan air limbah domestik. Saat ini baru ada 115 buah Perda Air Limbah Domestik di Indonesia. Masih terdapat 394 kota/kabupaten yang belum memiliki Perda Air Limbah Domestik. Beberapa Peraturan Daerah dan Peraturan Gubernur/Wali kota/Bupati tentang Pengelolaan Limbah Domestik dapat dilihat pada Lampiran 5.4



Gambar 6. Sebaran daerah dengan Perda Air Limbah Domestik
(Sumber: Database Direktorat Sanitasi, 2021)

BAB III PENGOLAHAN AIR LIMBAH

3.1 Kebijakan Sanitasi Aman Global, Pemerintah Pusat, dan Pemerintah Daerah

Air bersih dan sanitasi layak merupakan kebutuhan dasar bagi manusia. Hal ini sebagaimana diamanatkan dalam *Sustainable Development Goals*. SDG Nomor 6 yang secara khusus membahas tentang air bersih dan sanitasi layak. Dalam menjalankan kebijakan global tersebut, pemerintah memasukkan target SDGs tersebut ke dalam RPJMN 2020-2024. Di RPJMN tersebut diamanatkan untuk mewujudkan 90% akses sanitasi layak, termasuk di dalamnya 15% rumah tangga memiliki akses sanitasi aman, serta penurunan angka BABS hingga 0% pada akhir tahun 2024.

"Dalam upaya mencapai target RPJMN tersebut, Kementerian PUPR berkomitmen untuk terus melakukan pembangunan infrastruktur sanitasi dalam rangka pemenuhan akses pelayanan air limbah domestik bagi 1,6 Juta kepala keluarga (KK) pada tahun 2024. Pemenuhan akses pelayanan air limbah domestik ini berkontribusi sebesar 0,39% untuk target akses sanitasi layak dan 2,6% untuk target akses sanitasi aman," kata Menteri PUPR Basuki Hadimulyono.

Kemendagri selanjutnya mengingatkan pemerintah daerah (Pemda) agar memasukkan target SDGs tersebut ke dalam Rencana Kerja Pemerintah Daerah (RKPD). Pemerintah Daerah memiliki kewajiban berdasarkan undang-undang untuk menyediakan hak dasar manusia, yaitu menyediakan pelayanan air bersih dan sanitasi layak. Dalam menjalankan kewajiban ini, pemda dapat menunjuk lembaga yang khusus diberikan kewenangan melakukan pengelolaan air limbah domestik, seperti UPTD, BLUD, atau BUMD.

3.2 Sistem Pengelolaan Air Limbah

Pengolahan air limbah berfungsi untuk mengurangi jumlah polutan yang ada di air limbah sehingga memenuhi baku mutu air limbah dan dapat dibuang secara aman ke badan air di lingkungan. Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik (SPALD) menurut Permen PUPR No. 04 Tahun 2017 adalah serangkaian kegiatan pengelolaan air limbah domestik dalam satu kesatuan dengan prasarana dan sarana pengelolaan air limbah domestik.

Rantai Pengolahan Air Limbah Domestik



Sistem Terpusat



Sistem Setempat



Gambar 7. Rantai Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik
(Sumber terjemahan: Safi, et al., 2022)

SPALD berdasarkan rantai sistem pengelolaannya terbagi menjadi dua, yaitu:

- (1) Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Setempat (SPALD-S)
SPALD-S atau sering disebut *onsite system* merupakan sistem pengelolaan yang dilakukan dengan mengolah air limbah domestik di lokasi sumber (umumnya berbentuk tangki septik). Selanjutnya, lumpur hasil olahan diangkut dengan sarana pengangkut ke subsistem pengolahan lumpur tinja.
- (2) Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T).
SPALD-T atau biasa disebut *offsite system* sistem pengelolaan yang dilakukan dengan mengalirkan air limbah domestik dari sumber

secara kolektif (melalui jalur perpipaan air limbah) ke subsistem pengolahan terpusat untuk diolah sebelum dibuang ke badan air permukaan.

3.3 Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Setempat (SPALD-S)

3.3.1 Penjelasan SPALD-S



Gambar 8. Rantai Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik Setempat (SPALD-S)

Berdasarkan Permen PUPR No. 04 Tahun 2017, SPALD-S terdiri dari tiga subsistem, yaitu:

(1) Subsistem Pengolahan Setempat

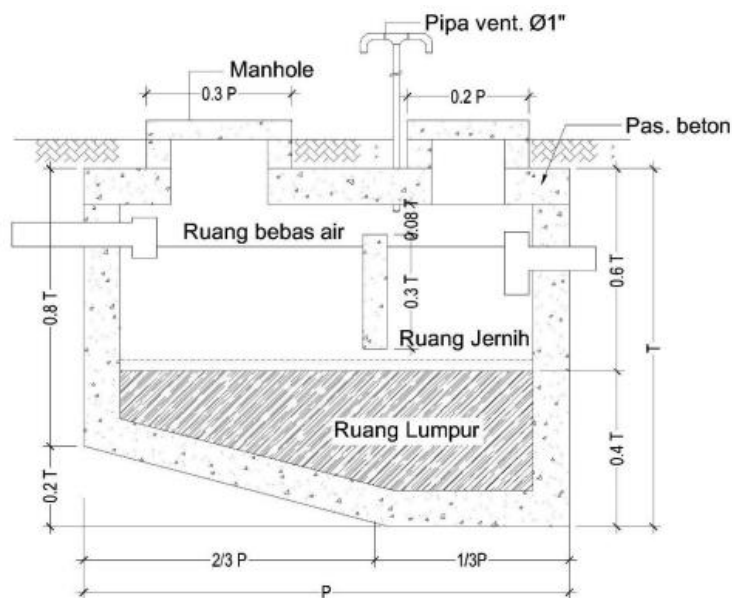
Subsistem pengolahan setempat merupakan prasarana dan sarana untuk mengumpulkan dan mengolah air limbah domestik di lokasi sumber. Berdasarkan kapasitasnya, sarana ini terbagi menjadi dua, yaitu (1) skala individual dan (2) skala komunal. Sarana pengolahan setempat skala individual umumnya disebut sebagai tangki septik.

Menurut UNICEF (2020), unit pengolahan setempat (*containment*) yang aman dapat dicapai dengan sistem penampungan di mana feces akan ditampung atau dibuang ke lingkungan tanpa menimbulkan bahaya. Bahaya di sini adalah feces dan cairan keluar dan bocor serta mencemari lingkungan dan masuk ke aliran air tanah di lingkungan tersebut. Apabila air tanah yang tercemar digunakan oleh warga, khususnya anak-anak, hal ini dapat menimbulkan berbagai penyakit.

Sejarah pembuatan tangki septik adalah dengan menggunakan material batu bata atau beton dan terdiri dari satu ruang persegi panjang yang terhubung dengan pipa saluran masuk untuk aliran influen dari rumah dan pipa saluran keluar sebagai jalur pembuangan. U.S. EPA

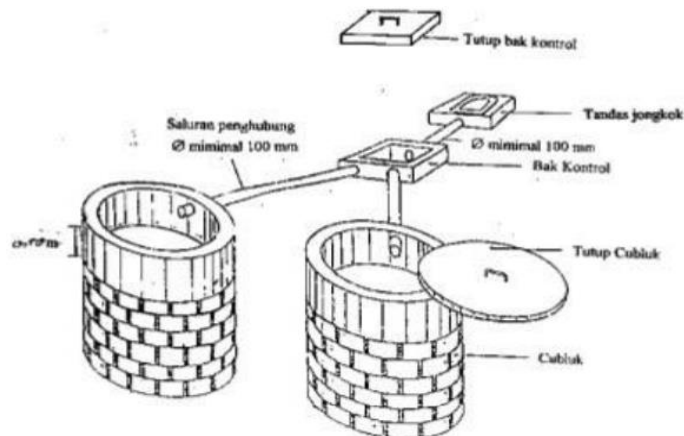
(2002) dalam Anggraini (2021) mencatat bahwa tangki septik merupakan unit pengolahan primer yang digunakan sejak akhir tahun 1800-an. Teknologi yang diterapkan adalah dengan cara mengalirkan efluen buangan ke bidang resapan dengan media kerikil. Hal ini dilakukan sejak pertengahan abad ke-20.

Tangki septik yang dibangun harus kedap dan tidak bocor dan mencemari lingkungan. Tangki septik di Indonesia telah memiliki standar, yaitu SNI 03-2398-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Tangki Septik dengan Sistem Resapan, dan SNI 03-2398:2017 tentang Tata Cara Perencanaan Tangki Septik dengan Pengolahan Lanjutan.



Gambar 9. Contoh Desain Tangki Septik Kedap Air Satu Kompartemen Standar
(Sumber: SNI 2398:2017)

Sebagian besar tangki septik terbangun di Indonesia saat ini dalam kondisi tidak memenuhi standar dan merembes. Tangki septik merembes atau seringkali disebut cubluk ini memiliki bagian dasar dengan bahan tidak kedap sehingga air limbah dan lumpur mampu merembes ke tanah dan mencemari air tanah dengan polutan dan juga bakteri-bakteri tinja.



Gambar 10. Desain Cubluk Silinder Sebagai Unit Awal Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik Setempat yang Paling Sederhana

(Sumber: <http://sibima.pu.go.id/>, 2020 dalam Aggraini, 2021)

Jenis penampungan sebagaimana gambar di atas sebaiknya sudah tidak digunakan lagi. Selain karena tidak kedap, jenis tangki septik tersebut tidak berkontribusi terhadap target pencapaian sanitasi aman. Sanitasi aman dapat tercapai apabila jenis penampungan tinja bersifat kedap.

(2) Subsistem Pengangkutan

Subsistem pengangkutan merupakan sarana untuk memindahkan lumpur tinja dari subsistem pengolahan setempat ke subsistem pengolahan lumpur tinja. Sarana pengangkutan ini umumnya berupa truk dengan pompa vakum untuk menyedot lumpur.



Gambar 11. Armada Penyedotan yang dikelola oleh Perumda Paljaya
(Sumber: Paljaya, 2021)

Lumpur tinja merupakan campuran antara padatan dan cairan, hasil olahan dari subsistem pengolahan setempat yang masih perlu diolah sebelum dibuang ke lingkungan. Lumpur ini akan disedot oleh truk sedot tinja menuju ke subsistem pengolahan lumpur tinja. Lumpur tinja ini perlu diangkut secara periodik. Untuk itu, beberapa pemda dan instansi pengelolaan air limbah domestiknya menjalankan program Layanan Lumpur Tinja Terjadwal (L2T2). Selain L2T2, ada mekanisme penyedotan lain yang dilakukan oleh permintaan masyarakat tetapi di luar jadwal. Hal ini disebut sebagai Layanan Lumpur Tinja Tidak Terjadwal (L2T3).



Gambar 12. Pengangkutan Lumpur Tinja
(Sumber: Anggraini, 2021)



Gambar 13. Kegiatan Penyedotan Lumpur Tinja
(Sumber: Anggraini, 2021)

Namun, dalam pemahaman masyarakat ada anggapan bahwa tangki septik yang tidak disedot selama bertahun-tahun berarti tidak memiliki masalah. Semakin lama tidak disedot, semakin baik kinerja tangki septik. Padahal, periode maksimum penyedotan yang ditetapkan berdasarkan SNI 2398:2017 tentang Tata Cara Perencanaan Tangki Septik dengan Pengolahan Lanjutan adalah tidak lebih dari lima tahun.

Kesulitan yang dihadapi dalam penerapan L2T2 :

1. Ketidaktahuan pemilik rumah terhadap posisi tangki septik.
2. Belum tersedianya lubang untuk penyedotan.
3. Jarak antara tangki septik dengan tempat parkir armada penyedotan.
4. Akses jalan yang sempit untuk parkir armada penyedotan.

Untuk itu, sebelum menerapkan layanan L2T2, lembaga operator harus menyusun perencanaan, lengkap dengan persiapan fasilitas pendukungnya.

Apabila kegiatan L2T2 dianggap memberikan banyak manfaat langsung dan tidak langsung bagi kedua pihak, yaitu pemerintah dan masyarakat (Pedoman LLTT, 2015), maka hal ini harus diiringi dengan usaha besar jangka panjang. Tujuannya, untuk menyadarkan semua komponen pemerintah agar jembatan informasi dapat dibangun dengan baik. Dengan demikian, masyarakat akan menjadi lebih komunikatif terhadap sistem yang berjalan (Habermas dalam Deflem, 2013).

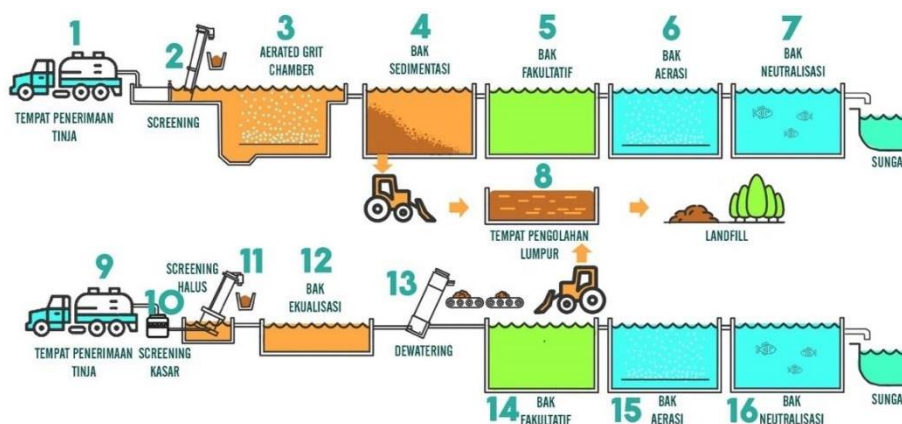
(3) Subsistem Pengolahan Lumpur Tinja

Subsistem Pengolahan Lumpur Tinja merupakan prasarana dan sarana untuk mengolah lumpur tinja berupa Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT). IPLT umumnya menggabungkan proses fisika, kimia, dan biologis untuk mengolah lumpur tersebut. Proses-proses ini terbagi menjadi pengolahan awal (*pre-treatment*), pengolahan tahap pertama (*primary treatment*), pengolahan tahap kedua (*secondary treatment*), pengolahan ketiga (*tertiary treatment*), dan pengolahan lumpur (*sludge treatment*).

Pengolahan awal lumpur tinja di IPLT terletak di bagian depan. Pada tahap pertama terjadi pengolahan secara fisika dan juga beberapa pengolahan secara kimia (khususnya jika unit penerima lumpur tinja menggunakan mesin). Pengolahan awal dan tahap pertama ini berfungsi untuk penyaringan padatan dan mempersiapkan air limbah untuk masuk ke pengolahan biologi. Umumnya dilakukan dengan metode *screening* (penyaringan), bak pengendapan, ataupun bak ekualisasi.

Pengolahan kedua yang merupakan jantung dari pengolahan IPLT terdiri dari pengolahan biologi yang menggunakan bakteri. Bakteri ini akan mengolah air limbah dengan cara memakan air limbah tersebut dan berkembang biak menjadi bakteri baru. Secara umum, pengolahan biologi ini menggunakan bakteri aerobik dan anaerobik. Pada proses ini juga mengandalkan kontak antara sinar matahari dengan air limbah yang berfungsi untuk mematikan bakteri patogen.

Pengolahan ketiga merupakan pengolahan tambahan yang diperlukan apabila kualitas air buangan belum memenuhi baku mutu air limbah. Pengolahan lumpur merupakan pengolahan untuk mengurangi kadar air dari lumpur sebelum padatan lumpur dibuang ke lingkungan.



Gambar 14. Alur Proses IPLT
(Sumber: Osmond, 2018)

3.3.2 Opsi Pelayanan BUMD Air Minum

BUMD Air Minum dapat melakukan berbagai opsi pelayanan dalam pengelolaan air limbah:

1. Penjualan tangki septik standar

BUMD Air Minum dapat melakukan manufaktur tangki septik standar ataupun melakukan penjualan dari tangki septik standar terfabrikasi. Penjualan ini dapat menjamin kualitas tangki septik di masyarakat terstandarisasi dan tidak mencemari lingkungan. BUMD Air Minum dapat berkoordinasi dengan pemda dalam mendapatkan subsidi sehingga dapat menjual harga tangki septik standar dengan harga yang sesuai kebutuhan masyarakat.

Sebagai contoh, saat ini Perumda PAL Jaya melakukan manufaktur tangki septik standar dan dijual ke masyarakat. Ada dua jenis tangki septik yang difabrikasi, tergantung dari volume air limbah dan jumlah penghuni dalam rumah tersebut.

2. Penyedotan

BUMD Air Minum dapat memasukan biaya L2T2 ke dalam penagihan air minum sehingga BUMD Air Minum memiliki modal dalam melakukan penyedotan lumpur tinja di masyarakat. BUMD Air Minum Tirtanadi Sumatera Utara dan BUMD Air Minum Toya Wening Surakarta telah berhasil mendapatkan keuntungan dari layanan L2T2.

Dalam menjalankan proses penyedotan, BUMD Air Minum juga dapat bekerja sama dengan pihak swasta sehingga kedua belah pihak sama-sama mendapatkan keuntungan. BUMD Air Minum membuat kontrak penyewaan truk tangki penyedotan dari pihak swasta untuk program L2T2. Pihak swasta akan mendapatkan jaminan jumlah penyedotan per hari. BUMD tidak perlu berinvestasi truk penyedotan dan juga BUMD yakin bahwa truk sedot swasta membuang lumpur tinjanya ke IPLT.

3. IPLT

BUMD Air Minum melakukan pengolahan lumpur tinja di IPLT. Sebagai operator, BUMD mengolah lumpur tinja dari program L2T2 maupun lumpur tinja dari operator mitra swasta. Biaya L2T2 yang dibebankan BUMD Air Minum sudah memasukkan biaya pengolahan lumpur tinja di IPLT. BUMD Air Minum juga mendapat biaya tambahan pengolahan lumpur tinja dari pihak swasta.



**Gambar 15. IPLT Pulo Gebang, Jakarta
(Sumber: Paljaya, 2021)**



**Gambar 16. IPLT Duri Kosambi, Jakarta
(Sumber: Paljaya, 2021)**

3.4 Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T)

3.4.1 Penjelasan SPALD-T



Gambar 17. Alur Skema SPALD-T

Berdasarkan PerMen PUPR No. 04 Tahun 2017, SPALD-T terdiri dari 3 sub-sistem yaitu:

(1) Subsistem Pelayanan

Subsistem Pelayanan merupakan prasarana dan sarana untuk menyalurkan air limbah domestik dari sumber melalui perpipaan ke subsistem pengumpulan. Sarana ini merupakan jaringan perpipaan dan bak kontrol yang ada di bagian pengguna (rumah) sebelum memasuki jaringan perpipaan air limbah perkotaan.

(2) Subsistem Pengumpulan

Subsistem Pengumpulan adalah prasarana dan sarana untuk menyalurkan air limbah domestik melalui perpipaan dari subsistem pelayanan ke subsistem pengolahan terpusat. Subsistem pengumpulan ini terdiri dari jaringan pipa retikulasi, pipa induk, serta sarana dan prasarana pelengkap seperti lubang kontrol (*manhole*), bangunan penggelontor, terminal pembersihan (*clean out*), pipa perlintasan (*siphon*), dan stasiun pompa.

(3) Subsistem Pengolahan Terpusat

Subsistem Pengolahan Terpusat merupakan prasarana dan sarana untuk mengolah air limbah domestik yang dialirkan dari sumber melalui subsistem pelayanan dan subsistem pengumpulan. Subsistem ini merupakan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). IPAL umumnya menggabungkan proses fisika, kimia, dan biologis untuk mengolah lumpur tersebut. Proses-proses ini terbagi menjadi pengolahan awal (*pretreatment*), pengolahan tahap pertama (*primary treatment*), pengolahan tahap kedua (*secondary treatment*), pengolahan ketiga (*tertiary treatment*), dan pengolahan lumpur (*sludge treatment*).

3.4.2 Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengelolaan air limbah oleh BUMD Air Minum

Berdasarkan pengalaman BUMD Air Minum yang juga mengelola air limbah, BUMD Air Minum perlu memperhatikan beberapa hal apabila mendapatkan penugasan pengelolaan air limbah, yaitu:

1. Kepemilikan aset

Aset SPALD sebaiknya berada pada pemerintah daerah. Untuk mengoperasikan aset SPALD tersebut, pemda menunjuk operator yang diperkuat oleh penerbitan regulasi terkait penanggung jawab pengelolaan air limbah domestik (Perkada). Pemda kemudian membuat berita acara serah terima pengelolaan dan diberikan kepada operator pengelola yang ditunjuk, khususnya dalam hal ini BUMD Air Minum.

2. Tarif

Perhitungan tarif seharusnya berdasarkan prinsip subsidi silang. Besaran tarif yang dibebankan kepada pelanggan sebaiknya dibuat berdasarkan klasifikasi golongan pelanggan. Klasifikasi golongan pelanggan ini dapat mengacu pada klasifikasi pelanggan yang sudah ada di BUMD Air Minum.

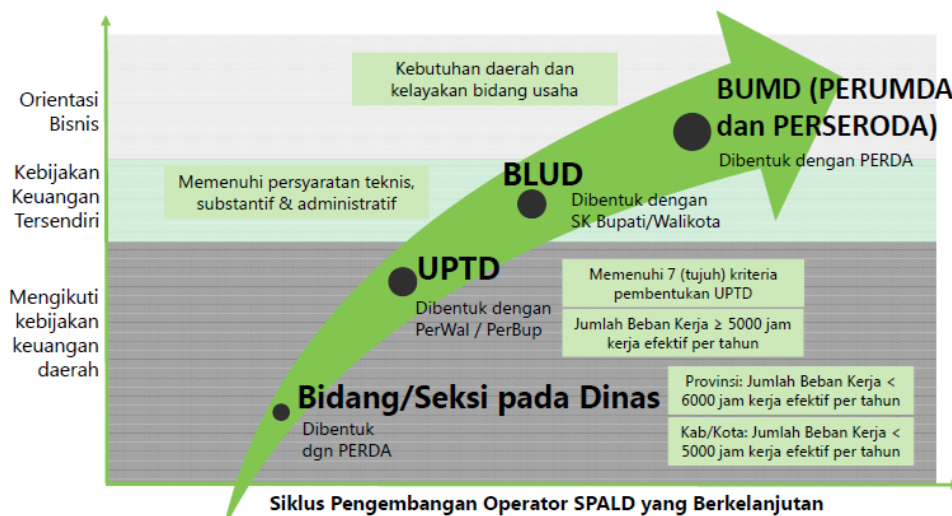
Walaupun dari sisi investasi nilainya besar dan biaya pengolahan tinggi, SPALD-T merupakan tujuan akhir dari pengelolaan air limbah. Hal ini mengingat pada:

1. Pengawasan lingkungan menjadi jauh lebih mudah, karena semua air limbah diolah di satu kawasan. Pengelolaan dengan SPALD-T dapat dengan efisien menghilangkan polutan hingga bakteri patogen dari air limbah.
2. Pengelolaan SPALD-S memerlukan truk sedot tinja untuk melakukan penyedotan. Truk-truk ini akan berlalu-lalang di daerah perkotaan dan dalam jangka Panjang hal ini perlu dikurangi.

BAB IV ORGANISASI PENGELOLA AIR LIMBAH

4.1 Operator Air Limbah Domestik

Di Indonesia, terdapat beberapa jenis kelembagaan operator pengelolaan air limbah di daerah. Operator yang paling sederhana yaitu bidang atau seksi di dinas pemerintahan daerah. Kedua, Unit Pengelola Teknis Daerah (UPTD) yang dibentuk melalui peraturan wali kota (perwali) atau peraturan bupati (perbup). Perbedaan antara bidang/seksi pada dinas dan UPTD terletak pada jumlah beban kerja efektif dalam satu tahun. Operator lainnya adalah Badan Layanan Umum Daerah (BLUD). BLUD merupakan bentuk badan usaha yang memiliki kebijakan keuangan tersendiri dengan sumber dana gabungan antara APBD dan retribusi dari masyarakat. Contoh BLUD yang ada di masyarakat adalah rumah sakit daerah. BLUD dibentuk melalui surat keputusan (SK) wali kota atau SK bupati. Selanjutnya ada juga Badan Usaha Milik Daerah (BUMD) yang merupakan bentuk badan usaha milik pemda dan memiliki kelayakan dalam bidang usaha. Bentuk badan usaha ini harus mempersiapkan aspek komersialisasi dan pengembangan bisnis di dalam pengelolaan air limbah.



Gambar 18. Bentuk lembaga pengelola air limbah

Karena pengelolaan air limbah domestik merupakan kewajiban dasar, pemda perlu memiliki institusi/badan yang berperan dalam pengelolaan tersebut. Institusi atau badan tersebut dapat memiliki bentuk yang berbeda-beda tergantung kondisi dan kesiapan pemda tersebut. Beberapa bentuk institusi atau badan yang dapat dimiliki pemda, yaitu:

Badan Usaha Milik Daerah (BUMD)

Pengelolaan air limbah domestik daerah dapat dilakukan melalui BUMD Air Limbah atau BUMD yang menggabungkan fungsi pengelolaan air limbahnya dengan pengelolaan air minum (BUMD Air Minum). Hingga saat ini sudah ada beberapa pemerintah daerah yang menggunakan BUMD untuk pengelolaan air limbah, baik yang secara khusus mengelola air limbah ataupun menggabungkan pengelolaan air limbah dengan air minum. Daerah-daerah tersebut, yaitu:

1. BUMD Air Limbah

Perumda PAL Jaya DKI Jakarta, Perumda PAL Kota Banjarmasin, dan Perumda Kebersihan Kota Bandar Lampung

2. Kesatuan Pengelolaan dengan BUMD Air Minum

Provinsi Sumatera Utara, Kota Bandung, Kota Solo, Kota Balikpapan.

Keuntungan Kesatuan Pengelolaan dengan BUMD Air Minum

1. Penggabungan Penagihan

Kebutuhan biaya L2T2 mencakup biaya penyedotan, biaya pengolahan lumpur tinja, biaya administrasi, dan biaya lain-lain. Namun, penyedotan L2T2 ini dilakukan selama tiga tahun sekali, sehingga apabila biaya L2T2 tersebut dicicil selama tiga tahun, biaya cicilan per bulan akan sangat kecil. Kecilnya biaya cicilan tersebut tidak efektif apabila masyarakat harus membayarnya dalam tagihan tersendiri. Begitu pula jika menggunakan metode pengumpulan cicilan secara kolektif yang dilakukan oleh staf, akan sama tidak efektifnya. Karena itu, pemenuhan biaya sanitasi dapat dilakukan dengan menggabungkan penagihan antara air limbah dan air minum.

Penggabungan sistem penagihan secara efektif telah dicontohkan oleh Manila Water di Filipina. Manila Water menggunakan prinsip *Environmental Charge* dan *Sewer Charge* untuk mengolah air limbah. *Environmental Charge* merupakan kebutuhan untuk memitigasi kerusakan lingkungan dengan pengolahan air limbah, seperti penghilangan bahan kimia dan nutrisi berbahaya sebelum dibuang ke lingkungan. Tarif *Environmental Charge* dikenakan sebesar 20% biaya air minum dan berlaku untuk seluruh pelanggan, baik yang terhubung dengan jaringan perpipaan ataupun tidak. Sementara *Sewer Charge* ditambahkan bagi pelanggan komersial dan industri yang terkoneksi ke dalam jaringan perpipaan. Tambahan biaya ini diakibatkan oleh perbedaan kualitas air limbah yang masuk.

 MANILA WATER CARE IN EVERY DROP		MANILA WATER COMPANY, INC. 489 Katipunan Road, Balara 1105, Quezon City, Philippines TIN 005-038-428-000 VAT
SERVICE INFORMATION		
Contract Account No.	12345678	
Account Name	Juan Dela Cruz	
Service Address	123-D Amorsolo St., San Pedro Village Concepcion 1, Marikina City	
Rate Class	Residential	
Business Area	Marikina	
BILLING SUMMARY		
Bill Date	14 May 2012	
Billing Period	14 April 2012 to 14 May 2012	
Consumption	13 cubic meters	
Total Amount Due	P 217.23	
Due Date	19 May 2012	
BILLING DETAILS		
CURRENT CHARGES		P 217.41
Basic Charge	157.82	
FCDA	2.70	
Environmental Charge	32.10	
Sewer Charge	0.00	
Maintenance Service Charge	1.50	
Total Current Charge Before Tax	194.12	
Add VAT (12%)	23.29	
OTHER CHARGES		P 0.00
PREVIOUS UNPAID AMOUNT		P -0.18
TOTAL AMOUNT DUE		P 217.23

Gambar 19. Penagihan air minum dan air limbah Manila Water

(<https://www.manilawater.com/customer/bill-information>)

Selain di Manila, penggabungan penagihan air bersih dan air limbah juga diterapkan di Vietnam. Vietnam menggunakan *Environmental protection fees* yang nilainya 10% dari biaya air minum. Tarif air limbah tersebut dikenakan

untuk semua pelanggan, baik yang terkoneksi jaringan perpipaan maupun yang tidak.

Dessauer Versorgungs- und Verkehrsgesellschaft mbH
im Auftrag der Dessauer Wasser- und Abwasser GmbH

Max Mustermann
Mustermannstraße 1
12345 Mustermannstadt

1

Datum: 20.05.2016
Rechnungs-Nr.: XXXXXXXXXX
Kunden-Nr.: XXXXXXXX (bitte nicht ändern)
Kundenservice: Zentrale St. 23 10, Dessau
Öffnungszeiten: Mo. und Mi. 8:00 – 18:30 Uhr
Di. und Do. 8:00 – 18:00 Uhr
Fr.: 8:00 – 14:00 Uhr
www.dv-dessau.de
Ihr Ansprechpartner: Kundenservice
Tel.: (0340) 589-1000
Fax: (0340) 589-1999
E-Mail: kundenservice@dv-dessau.de

2 Jahresabrechnung über die Lieferung von Trinkwasser und die Entsorgung von Abwasser
Verbraucherstelle: Mustermannstraße 1, 12345 Mustermannstadt
Sehr geehrter Herr Mustermann,

3 für die Lieferung von Trinkwasser und die Entsorgung von Abwasser berechnen wir Ihnen einen Verbrauch von 80,000 m³ im Abrechnungszeitraum vom 01.08.2015 bis 31.07.2016.

Tarif	Wasser normal
Rechnungsbetrag Abwasserentsorgung	19,00 %
Rechnungsbetrag Trinkwasser	7,00 %
Rechnungsbetrag gesamt	242,40 EUR
geleistete Abschlagszahlung	58,22 EUR
geleistete Abschlagszahlung	16,97 EUR
geleistete Abschlagszahlung	259,37 EUR
geleistete Abschlagszahlung	623,99 EUR
geleistete Abschlagszahlung	216,00 EUR
geleistete Abschlagszahlung	383,03 EUR
geleistete Abschlagszahlung	68,97 EUR
Daraus ergibt sich zum XXX.XXXX ein Guthaben in Höhe von	-24,01 EUR

Gambar 20. Contoh penagihan air minum dan air limbah oleh salah satu operator air limbah di Jerman

Pemerintah Kota Surakarta
PERUSAHAAN UMUM DAERAH AIR MINUM
Jl. L. U. Adi Sucipto No. 143 Telp. 712465 - 718779, Fax. 712536 Surakarta
E-mail : pdamsolo@indo.net.id, Website : www.pdamsolo.or.id

OKT 2023
BUKTI PEMBAYARAN REKENING

NOMOR : 01/11/2023 07:21:17
NAMA :
ALAMAT :
TARIF : R4
PAKAI : 103 - 08 = 6 M3
M3 : 103
TARIP : 08
JUMLAH : 42.500
HARGA AIR : 42.500
ADM. : 5.000
B. METER : 4.900
REK. LIMBAH : 17.500
REK. LLTT : 0
ANGS. AIR : 0
ANGS. PSB : 0
ANGS. NON AIR : 0
DENDA : 0
METERAI : 0
TOTAL : 69.500

WAHYU-01112023072141

• Tunggal air + 3 bulan akan dikenakan Sanksi Penutupan Air
• Batas akhir pembayaran setiap bulan adalah tanggal 20 bulan bersangkutan
• selanjutnya dikenakan denda.

Gambar 21. Contoh penagihan air minum dan air limbah di Perumda Toya Wening Surakarta

Penggabungan penagihan air limbah memiliki beberapa tujuan, antara lain:

1. Efisiensi dalam hal pengumpulan biaya layanan karena nilai uang yang dikumpulkan relatif kecil dan sulit untuk dikenakan per bulan.
2. Masyarakat lebih mengetahui keberadaan air limbah dan lebih sadar dalam penggunaan air bersih. Selain itu, masyarakat juga mengetahui bahwa

dalam biaya pengelolaan air bersih terdapat juga kewajiban biaya pengelolaan air limbah domestik setelah menggunakan air bersih. Masyarakat juga sadar bahwa dengan pengelolaan air limbah domestik, kondisi lingkungan juga akan membaik.

2. Peluang usaha baru

Semakin tinggi derajat kehidupan di suatu daerah, kebutuhan pengelolaan air limbah domestik dan pengelolaan lingkungan akan semakin meningkat. Saat ini, tingkat pelayanan air limbah di daerah masih rendah. Maka, ketika BUMD Air minum mendapatkan penambahan tugas di bidang air limbah melalui perda, sejatinya BUMD Air Minum memiliki potensi bisnis baru dengan membuat unit usaha yang terkait. Beberapa contoh potensi bisnis baru ini antara lain penyediaan septik tank, jasa penyedotan terjadwal maupun tidak terjadwal, serta teknologi terkait air limbah. Sebelum menjalankan bisnis tersebut, tentu BUMD dapat melakukan studi kelayakan dari masing-masing bisnis.

3. Pengelolaan air terintegrasi meningkatkan nilai pelayanan publik pada Pemerintah Daerah tersebut.

Pemerintah memiliki target sanitasi aman yang dituangkan dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN). Sesuai amanat RPJMN, pemerintah daerah wajib menyediakan layanan air limbah domestik dengan target sanitasi aman. Dalam hal ini, pemerintah daerah dapat mendelegasikan pengelolaan air limbah kepada BUMD Air Minum. Dengan pendelegasian tersebut, pemerintah daerah dapat meningkatkan pelayanan air limbah. Selain itu, pemerintah daerah mendapatkan dampak baik di bidang lingkungan dan kualitas hidup masyarakat dalam jangka panjang.

4. Pengelolaan di bawah BUMD Air Minum

Pengelolaan air limbah di bawah BUMD Air Minum secara umum lebih efisien jika dibandingkan oleh Pemerintah Daerah melalui UPT atau BLUD. BUMD Air Minum mampu lebih gesit dalam bentuk pengaturan pembiayaan operasi

dan perawatan instalasi dan jaringan. Selain itu, penggabungan tagihan terintegrasi air limbah dan air minum dapat meningkatkan jumlah kepatuhan masyarakat dalam membayar biaya air limbah.

4.2 Penambahan Fungsi Pengelolaan Air Limbah pada BUMD Air Minum

Aspek-aspek yang perlu ditambah atau diperbaharui dengan adanya fungsi pengelolaan air limbah pada BUMD Air Minum adalah :

1. Aspek Aset

- **Pembangunan infrastruktur**
Pengelolaan air limbah baik SPALD-T maupun SPALD-S membutuhkan infrastruktur pengolahan air limbah baik itu berupa IPAL dan jaringan perpipaannya maupun IPLT.
- **Perbaikan aset yang sudah ada**
Beberapa BUMD Air Minum mendapat pengalihan aset IPAL dan IPLT dari dinas terkait. Umumnya, tidak semua aset dapat beroperasi secara optimal. BUMD Air Minum perlu melakukan evaluasi terhadap sistem pengolahan air limbah tersebut dan memastikan efisiensi serta kualitas pengolahan yang optimal.

2. Aspek Sumber Daya Manusia

- **Rekrutmen tenaga pengelolaan air limbah**
Pengelolaan air limbah merupakan bidang baru dan membutuhkan keahlian tambahan. BUMD Air Minum perlu merekrut pekerja dan tenaga ahli dalam pengelolaan air limbah untuk memastikan keberlanjutan operasional dan pemeliharaan fasilitas pengolahan air limbah.
- **Pelatihan-pelatihan**
Selain merekrut tenaga kerja baru, BUMD Air Minum dapat menyelenggarakan pelatihan-pelatihan berkala untuk meningkatkan pemahaman dan kompetensi pengelolaan air limbah.

3. Aspek Regulasi

- Peraturan daerah untuk penambahan tugas BUMD Air Minum
Peraturan daerah (perda) tentang BUMD Air Minum umumnya hanya memiliki penugasan di bidang air minum. Perda tersebut seharusnya diperbaharui sehingga BUMD Air Minum juga memiliki kewenangan dalam pengelolaan air limbah.
- SOP pengelolaan air limbah
BUMD Air Minum perlu menyiapkan *Standard Operating Procedures* (SOP) terkait pengelolaan air limbah. Mulai dari sisi teknis hingga sisi non-teknis seperti hubungan kepelanggaan, pemasaran air limbah, dan sebagainya. Hal ini bertujuan untuk memastikan proses pengelolaan air limbah yang berkelanjutan.
- Struktur organisasi
Tambahan penugasan pengelolaan air limbah membuat BUMD Air Minum perlu mengatur ulang struktur organisasi dengan penambahan bidang pengelolaan air limbah. Hal ini bertujuan untuk memastikan koordinasi yang baik antara struktur pengelolaan air minum yang sudah ada dengan struktur pengelolaan air limbah yang baru.

Dalam menjalankan tambahan tugas berupa pengelolaan air limbah, struktur organisasi BUMD perlu disesuaikan. Hal ini dimaksudkan agar BUMD dapat menjalankan tugas yang diberikan secara optimal. Contoh-contoh BUMD yang mendapatkan tambahan tugas pengelolaan air limbah, yaitu:

1. Pada tahun 2016 PD PAL Jaya menerima penugasan pengelolaan SPALD-S dari Dinas Kebersihan, dari yang sebelumnya hanya melakukan pengelolaan SPALD-T.
2. Pada tahun 2023 Perumda Tirta Musi Palembang menerima penugasan pengelolaan SPALD-S dan SPALD-T secara bersamaan dari yang sebelumnya hanya mengelola air minum.

3. Pada tahun 2023 Perumda Air Minum Kota Makassar menerima penugasan pengelolaan SPALD-S dan SPALD-T secara bersamaan dari yang sebelumnya hanya mengelola air minum.

Struktur organisasi BUMD yang diberikan kewenangan mengelola air limbah ditetapkan melalui SK direksi. Melalui kewenangan direksi tersebut, BUMD pengelola air limbah dapat membentuk direksi baru (direktur air limbah) maupun selevel manajer.

Sebagai contoh, pada saat menerima tambahan penugasan tersebut, aset yang akan dikelola PD PAL Jaya berupa 31 buah armada penyedotan dan 2 unit IPLT yaitu IPLT Pulo Gebang dan IPLT Duri Kosambi dengan kapasitas masing-masing 900 m³/hari dengan luas lahan masing-masing 12 Ha. Terkait kondisi tersebut, PD PAL Jaya menyiapkan hal-hal sebagai berikut:

1. Perbaikan aset. Untuk keperluan ini, PD PAL Jaya mendapatkan penyertaan modal dana Rp70 miliar untuk merehabilitasi aset yang sudah ada.
2. PD PAL Jaya perlu melakukan restrukturisasi organisasi dengan penambahan unit khusus untuk pengelolaan SPALD-S tersebut, termasuk di dalamnya rekrutmen pegawai baru.
3. Penambahan SOP
4. PD PAL Jaya melakukan rebranding penyedotan dan IPLT.
5. Secara umum, PD PAL Jaya melakukan operasional sesuai kaidah perusahaan dan bekerja baik.
6. Peningkatan kapasitas pengelolaan dapat dilakukan dengan bantuan donor, atau pengembangan mandiri.

4.3 Investasi dan Skema Pembiayaan BUMD Air Minum

Dengan tambahan tugas dalam pengelolaan air limbah, BUMD Air Minum membutuhkan tambahan infrastruktur, biaya operasi dan perawatan, dan biaya sumber daya manusia. Investasi dan skema pembiayaan tersebut dapat diperoleh BUMD Air Minum melalui berbagai cara, seperti:

1. Pengajuan PMD ke Pemerintah Daerah

Sesuai dengan PP 02 Tahun 2018 terkait Standar Pelayanan Minimum, pemerintah daerah wajib menyediakan pelayanan pengelolaan air limbah domestik. Selain itu, perda maupun peraturan gubernur (pergub) terkait pengelolaan air limbah domestik juga mencantumkan bahwa pengadaan pembiayaan dapat bersumber dari APBD. Dengan demikian, BUMD Air Minum dapat mengajukan pengadaan investasi kapital seperti pengadaan IPLT maupun pengadaan truk sedot tinja.

2. Opsi kerja sama dengan swasta

Sektor swasta dapat memiliki peran penting dalam pengelolaan air limbah. Di berbagai daerah, sektor swasta sudah umum beroperasi dalam penyedotan dan transportasi air limbah. BUMD Air Minum dapat bekerja sama dengan beberapa sektor swasta tersebut dengan membuat perjanjian kerja sama.

Biaya L2T2 yang sudah diperhitungkan dan dikenai dalam tagihan BUMD Air Minum bulanan dapat menjadi sumber biaya kerja sama dengan sektor swasta. Pembayaran servis dengan pihak swasta dapat diberlakukan mingguan atau bulanan, tergantung kesepakatan kerja sama kedua belah pihak. Pihak swasta dibayar berdasarkan jumlah servis layanan yang dilakukan dan diverifikasi oleh pihak BUMD Air Minum melalui bukti dengan pelanggan dan bukti pembuangan di IPLT.

Kerja sama ini akan menguntungkan kedua belah pihak. Pihak swasta akan memiliki jaminan pekerjaan dan jumlah penyedotan yang lebih tinggi. Pihak BUMD Air Minum dapat mengurangi biaya investasi kapital di dalam truk penyedotan dan juga menjamin bahwa pihak swasta tersebut membuang lumpur tinjanya ke IPLT bukan ke sungai.

3. Hibah

BUMD Air Minum dapat mengajukan proposal pembangunan infrastruktur utama ke pemerintah pusat. Kementerian PUPR dapat membuatkan fasilitas

pengolahan tersebut untuk kemudian asetnya dapat diberikan ke pemerintah daerah.

5. Sumber Pendanaan Lain

Sumber pendanaan lain bisa dilakukan dengan dengan berbagai mekanisme seperti pinjaman bank, obligasi, maupun Kerja Sama Pemerintah dan Badan Usaha (KPBU). BUMD Air Minum dapat melakukan pinjaman bank dan obligasi dengan menggunakan modal aset berupa perhitungan pendapatan. Perhitungan pendapatan ini berasal dari jumlah pelanggan, biaya tagihan L2T2, dan margin keuntungan BUMD. Pinjaman bank ini dapat dipergunakan untuk pembangunan infrastruktur SPALD.

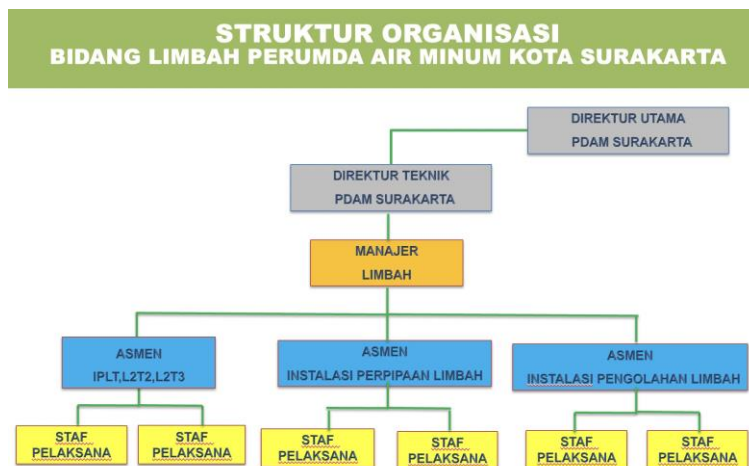
BUMD Air Minum juga dapat mengajukan mekanisme KPBU untuk pembangunan infrastruktur SPALD. Tahap awal dilakukan dengan pembuatan studi kelayakan (*feasibility study*) yang bisa dibuat oleh pemerintah maupun badan usaha yang tertarik. Pengelolaan air limbah umumnya membutuhkan biaya investasi yang besar sehingga membuat biaya tarif pengelolaan menjadi tinggi. Agar faktor keterjangkauan dapat tercapai, pemerintah dapat ikut serta dalam penyertaan modal dengan metode *availability payment*, *viability gap fund*, maupun kombinasi keduanya.

BUMD Air Minum juga dapat menggunakan pendanaan lain seperti penggunaan zakat, *Corporate Social Responsibility* (CSR), *charity funds*, ataupun pendanaan dari lembaga donor. Sumber-sumber pendanaan dalam kategori ini lebih ke bersifat minor ataupun pendukung. Alternatif pendanaan ini dapat menjadi pemicu kesadaran pemerintah daerah tentang pengelolaan air limbah.

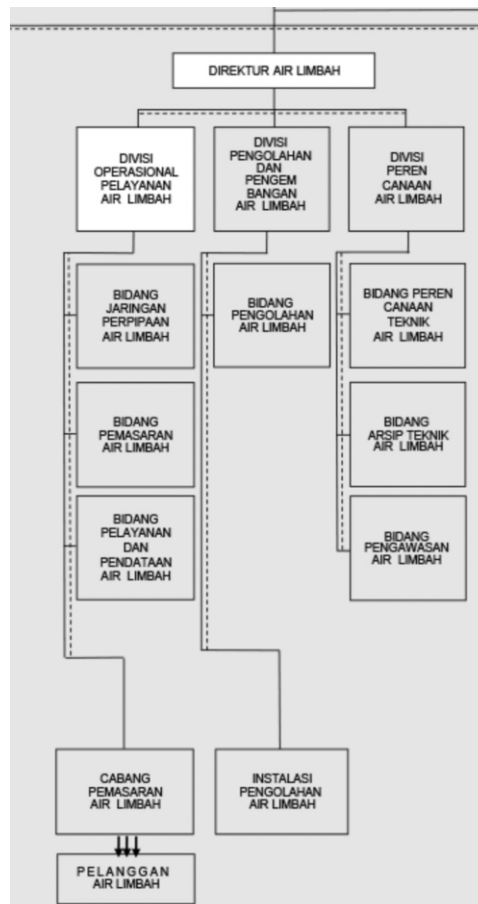
4.4 Penyesuaian Struktur organisasi

Untuk menjalankan tugasnya, BUMD Air Minum perlu memiliki divisi tambahan yang berkaitan dengan urusan air limbah tersebut. Divisi-divisi pengelolaan air limbah tersebut dapat diatur melalui peraturan direksi. Kebutuhan

penyesuaian struktur organisasi di tubuh BUMD Air Minum sendiri dapat diatur dan disesuaikan dengan besarnya jumlah pelanggan, ketersediaan SDM di perusahaan, dan kebutuhan untuk menjalankan peran operator air limbah.

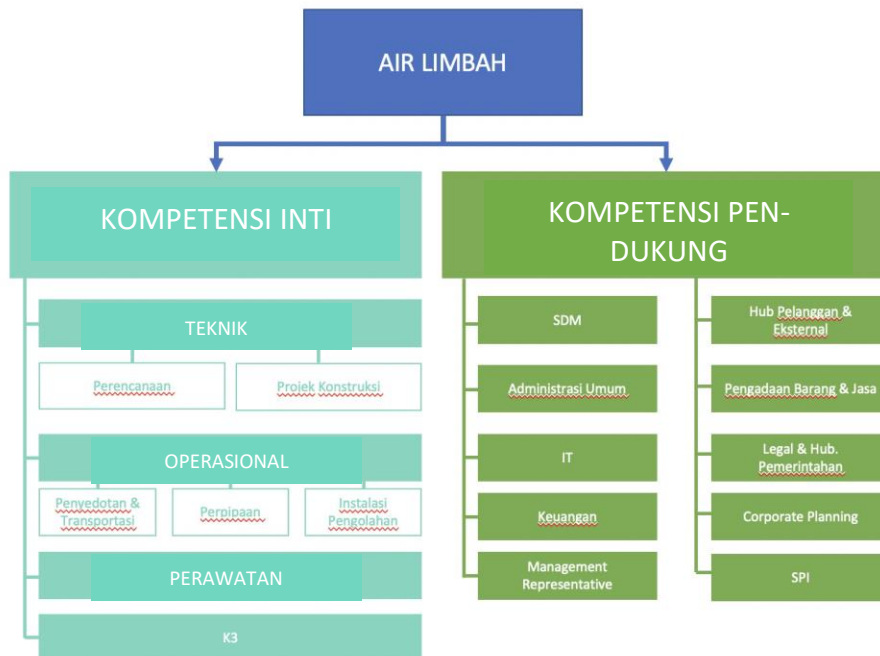


Gambar 22. Struktur Organisasi Bidang Limbah Perumda Air Minum Kota Surakarta
(<https://toyaweningsolo.co.id/struktur-organisasi/>)



Gambar 23. Struktur Organisasi Bidang Limbah BUMD Air Minum Tirtanadi
<https://tirtanadi.co.id/struktur-organisasi/>

Secara umum, unit pengolahan air limbah dapat dibagi menjadi beberapa divisi yaitu (1) Divisi Teknik, (2) Divisi Operasional, (3) Divisi Pemeliharaan, (4) Divisi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Beberapa peran tambahan yang menjadi kunci lain dari pengelolaan air limbah adalah bagian pemasaran dan edukasi masyarakat. Peran ini dapat ditambahkan ke dalam divisi pendukung yang sudah ada di BUMD Air Minum atau melekat ke dalam Divisi Operasional.



Gambar 24. Divisi dalam struktur organisasi operator pengelola air limbah

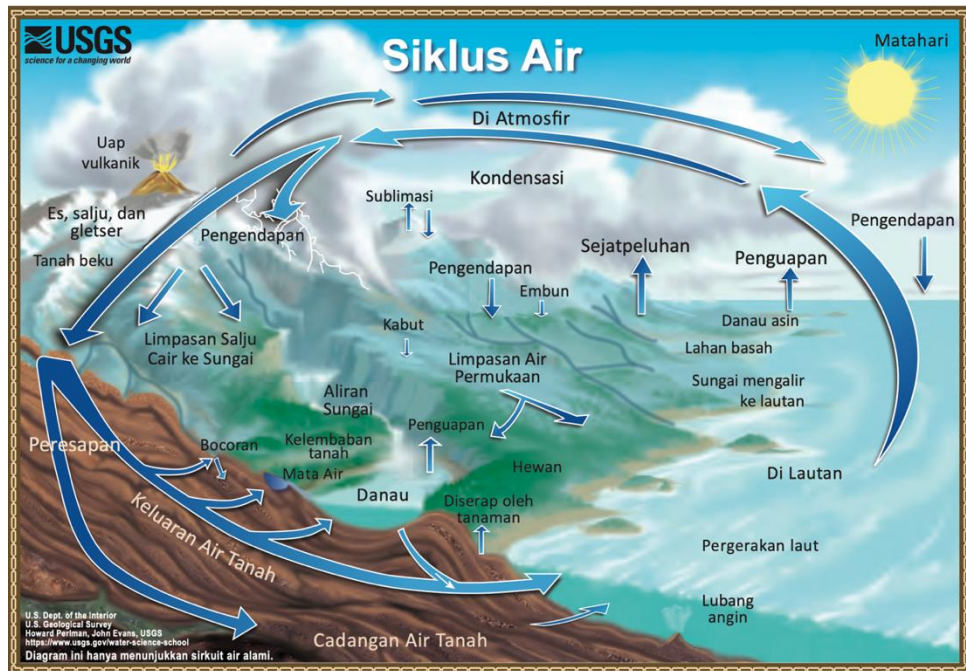
4.5 Kebutuhan Kompetensi

Secara umum masing-masing divisi memiliki deskripsi tugas dan fungsi dengan kompetensi yang berbeda-beda. Kementerian Tenaga Kerja mengeluarkan SKKNI No. 207 Tahun 2018 yang menjelaskan unit-unit kompetensi di dalam struktur organisasi pengelolaan air limbah domestik. Namun, tidak semua kompetensi pekerjaan memiliki SKKNI dan unit kompetensinya. Lampiran kebutuhan kompetensi ini dapat dilihat pada Lampiran 5.4.

V. LAMPIRAN

5.1. Pengelolaan air limbah sebagai dampak lingkungan

5.1.1 Siklus Air Natural



Gambar 25. Siklus Hidrologi
(<https://www.usgs.gov/water-science-school>)

Siklus air natural atau alami yang dikenal juga sebagai siklus hidrologi merupakan sirkulasi air terus-menerus dari atmosfer ke Bumi dan kembali lagi ke atmosfer melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi, dan transpirasi. Keberadaan sinar matahari merupakan kunci utama siklus hidrologi agar dapat berjalan secara keberlanjutan. Air berevaporasi kemudian jatuh dalam sebagai presipitasi dalam bentuk hujan, hujan gerimis, salju, hujan batu es, hujan batu es dan salju (*sleet*), atau kabut.

4.1.2 Siklus Air Urban

Siklus air natural terjadi karena kesinambungan kerja alam. Namun, belakangan ini siklus air natural telah dimodifikasi oleh manusia untuk memastikan pasokan air yang konstan dan demi keamanan pembuangan air limbah ke lingkungan. Siklus air urban yang biasa didapatkan di wilayah

perkotaan menggabungkan sistem pasokan air dan sistem air limbah. Beberapa wilayah yang mengalami pergantian musim lebih banyak juga menggabungkan sistem ini dengan sistem *stormwater*, yaitu limpasan air yang berasal dari salju, es yang mencair, dan sisa air hujan yang masih mengalir di permukaan atau yang jatuh pada badan air dan saluran pembuangan.

Beberapa rekayasa yang dilakukan pada siklus air natural dapat dilihat pada sistem pasokan air seperti pada penggunaan bendungan atau waduk untuk menyimpan air. Air tersebut kemudian diolah agar dapat didistribusikan ke bangunan rumah tinggal, sekolah, rumah ibadah, bangunan perkantoran, hotel atau sektor privat lainnya melalui pipa dan sistem pompa. Adapun untuk sistem air limbah adalah dengan cara mengelola limbah cair yang dihasilkan dari kegiatan domestik rumah tangga, sektor publik, privat, dan lainnya. Caranya, dengan mengalirkan limbah cair domestik tersebut menuju sistem pengolahan air limbah atau instalasi daur ulang air. Setelah dihilangkan bahan-bahan pencemar di dalamnya dan dinyatakan aman, air kemudian diteruskan untuk dibuang melalui badan air melalui pipa-pipa dibantu juga oleh sistem pompa. Sebagian lainnya ada juga yang mengembalikan air limbah tersebut untuk digunakan kembali di rumah-rumah atau demi kebutuhan lainnya.

Semakin banyak bahan pencemar dalam air maka air tersebut harus melalui siklus panjang pengolahan jika ingin dimanfaatkan kembali. Sifat air yang mudah meresap dan melewati pori-pori tanah dapat bercampur dengan materi lain sehingga apabila air limbah atau air yang sudah tercemar melewati pori-pori tanah dapat meresap dan mencemari sumber air yang masih bersih.

5.1.3 Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan

Ketentuan mengenai daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup diatur dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 tahun 2009 pada Pasal 12, 16, dan 17 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (PPLH). Daya dukung lingkungan hidup adalah kemampuan lingkungan hidup untuk mendukung perikehidupan manusia, makhluk hidup lain, dan keseimbangan antarkeduanya. Sementara, daya tampung lingkungan hidup adalah

kemampuan lingkungan hidup untuk menyerap zat, energi, dan/atau komponen lain yang masuk atau dimasukkan ke dalamnya.

UU 32 Tahun 2019 Pasal 12 menyebutkan dalam rangka pemanfaatan sumber daya alam, pelaksanaannya harus berdasarkan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup, yaitu dengan memperhatikan keberlanjutan proses dan fungsi lingkungan hidup, keberlanjutan produktivitas lingkungan hidup, juga keselamatan, mutu hidup, dan kesejahteraan masyarakat. Pada tanggal 16 April 2019, SK MenLHK No.297/MenLHK/Setjen/PLA.3/4/ 2019 disusun dengan pertimbangan bahwa air merupakan sumber daya alam yang menopang kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya yang perlu dipelihara keberlanjutannya. Kebutuhan akan ketersediaan air merupakan kebutuhan dasar manusia dan makhluk hidup di muka Bumi sehingga daya dukung dan daya tampung yang ditetapkan secara nasional hanya ada bagi air.

5.1.4 Purifikasi Alami (*Self Purification*)

Purifikasi alami adalah kemampuan alam untuk menghilangkan pencemar melalui proses-proses kimia, fisik, atau biologi yang berlangsung secara alami dalam badan air. Kemampuan purifikasi memerlukan waktu yang bervariasi. Apabila beban pencemar di perairan sedikit maka akan cepat “dibersihkan”. Namun, jika pencemaran tinggi maka waktu untuk membersihkan lebih lama. Dalam pengelolaan kualitas air, diperlukan pengaturan antara lokasi pencemar, kadar pencemar, jarak antarsumber pencemar, serta kemampuan purifikasi.

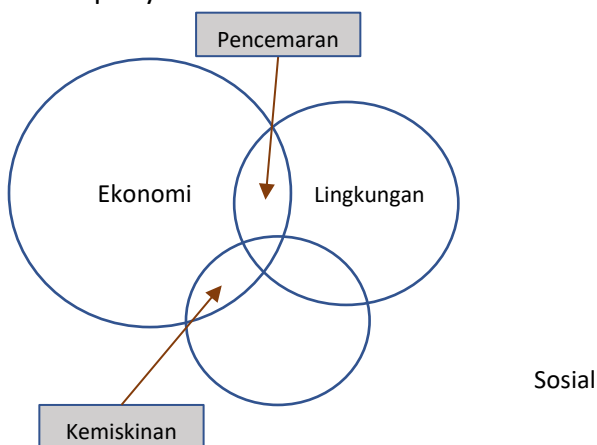
5.2 Dampak Air Limbah

Sesuai dengan daya tampung dan daya dukung lingkungan, apabila jumlah limbah domestik melebihi daya dukung lingkungan, limbah domestik tersebut akan mencemari lingkungan. Pencemaran air limbah ini akan mengakibatkan dampak langsung dan dampak tidak langsung. Dampak langsung seperti kerusakan lingkungan, eutrofikasi, bau tidak sedap, dan timbulnya penyakit. Dampak tidak langsung seperti stunting, organisme yang hilang, hingga tingkat kematian bayi yang tinggi, kerugian ekonomi karena air permukaan tercemar tidak dapat digunakan sebagai sumber air bersih.

5.2.1 Dampak Langsung

Eutrofikasi adalah proses pencemaran air akibat penambahan nutrisi dan bahan organik berlebihan ke dalam air permukaan. Proses ini mengakibatkan pertumbuhan beberapa organisme di air tidak seimbang seperti algae atau eceng gondok secara berlebihan dan menimbulkan *dead zones* atau penurunan kadar oksigen di dalam air. Dampaknya, organisme-organisme akuatik lain seperti ikan dapat meninggal. Lebih lanjut, apabila air dengan eksekutif nutrisi ini mencemari laut, koral-koral di laut juga akan terganggu dan mati.

Beberapa kandungan air limbah seperti senyawa ammonia dan sulfur akan membuat air limbah berbau tidak sedap. Air limbah domestik yang tercemar tinja manusia mengandung jutaan mikroba termasuk bakteri-bakteri patogen seperti bakteri *E. Coli*, bakteri penyebab tifus kolera, hepatitis A, dan polio. Apabila manusia mengonsumsi air yang tercemar bakteri ini, manusia dapat sakit. Bayi dengan tingkat kekebalan yang masih rendah paling rentan menderita penyakit akibat bakteri-bakteri ini.



Gambar 26. Refleksi Dimensi Persoalan Pencemaran Lingkungan

(sumber: Sukendar, 2013; Pranadji, 2017 telah diolah kembali dalam Anggraini, 2021)

5.2.2 Dampak Tidak Langsung

Komunitas Peduli Ciliwung menyampaikan data melalui website *Mongabay.co.id* bahwa spesies ikan asli di Sungai Ciliwung pada tahun 2012 tersisa hingga 20 jenis saja. Jumlah ini menurun dari data yang pernah dihimpun oleh Biologi LIPI pada tahun 1910-an yang mencapai 187 jenis. Penurunan kadar

oksigen oleh pencemaran air limbah mengakibatkan banyak jenis organisme akuatik tidak dapat bertahan hidup dan akhirnya menghilang dari habitatnya.

Unicef, 2018 melalui penelitiannya menyampaikan bahwa anak-anak yang tinggal di rumah tangga dengan *improved sanitation facilities* memiliki kecenderungan 29% lebih rendah terkena stunting dibandingkan anak-anak yang tinggal di rumah tangga tanpa fasilitas sanitasi. Lebih lanjut, tingkat kasus bayi menderita dan meninggal akibat penyakit terkait sanitasi juga tinggi.

Air sungai yang tercemar berat air limbah domestik akan sulit untuk diolah menjadi air minum. Semakin banyak kandungan polutan, semakin tinggi biaya untuk proses pengolahan sumber air tersebut menjadi air minum. Hal ini mengakibatkan kerugian ekonomi pemerintah dalam perihal penyediaan air minum bagi masyarakat.

5.3 Karakteristik Air Limbah

Beberapa parameter yang diatur dalam Permen LHK No. 68 Tahun 2016 adalah pH, BOD, COD, TSS, minyak & lemak, amoniak, total coliform, dan debit. Parameter-parameter tersebut merupakan karakteristik air limbah yang dikelompokkan menjadi parameter fisika, kimia, dan biologis dari air limbah. Dengan memenuhi parameter baku mutu air limbah sebelum dibuang ke lingkungan, air buangan diharapkan tidak membahayakan lingkungan atau manusia.

5.3.1 Karakteristik Fisika

Karakteristik fisika air limbah dapat dilihat secara visual seperti keberadaan dan kuantitas padatan, tingkat kekeruhan, warna, temperatur, dan bau.

1. TSS (Total Suspended Solid/ Total Padatan Tersuspensi)

Penghilangan padatan berperan penting dalam pengolahan air limbah karena material padatan dapat menyerap polutan biologis dan kimia juga melindungi mikroorganisme dari disinfektan seperti klorin atau kaporit. Padatan di air dapat berupa padatan tersuspensi dan juga padatan terlarut, diklasifikasi melalui ukuran dan fase. Padatan tersuspensi (TSS) untuk air buangan diatur di dalam Permen LHK No 68 tahun 2016 dengan nilai maksimum 30 mg/L. Filtrasi merupakan pengolahan yang paling efektif dalam menyaring padatan tersuspensi di dalam air limbah.

2. Tingkat kekeruhan

Tingkat kekeruhan menandakan partikel-partikel padatan yang melayang dan menyerap cahaya. Sebagian besar material yang menyebabkan air limbah keruh dihilangkan selama proses pengolahan. Secara umum, sinar UV digunakan untuk proses disinfeksi mikroorganisme. Apabila air buangan masih memiliki tingkat kekeruhan tinggi, sinar UV tidak mampu secara efektif untuk membunuh mikroorganisme.

3. Warna

Warna tidak menjadi parameter yang diatur oleh peraturan tapi indikator awal untuk mengecek kualitas air limbah. Secara umum, warna air limbah domestik yang belum diolah adalah cokelat kehitaman,

cokelat kekuningan, atau cokelat tua kehijauan. Setelah diolah, warna air buangan menjadi bening atau tidak berwarna.

4. Bau

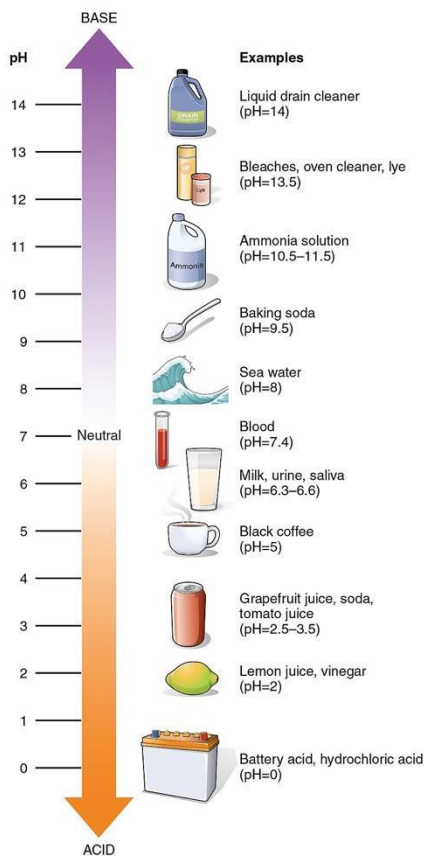
Merupakan senyawa kimia yang dalam kondisi normal berwujud gas, baik yang berasal dari uap cairan maupun hasil sublimasi padatan. Bau dapat didefinisikan sebagai senyawa yang ditangkap oleh indera penciuman manusia atau merupakan jenis senyawa kimia yang menyebabkan timbulnya bau seperti suatu kandungan pada air limbah.

5. Temperatur

Temperatur air limbah berperan penting dalam proses pengolahan biologis. Indonesia sebagai negara tropis memiliki temperatur yang relatif tinggi dan konstan sehingga tidak terlalu bermasalah.

5.3.2 Karakteristik Kimia

Karakteristik kimia air limbah yang diatur di dalam peraturan antara lain adalah pH, senyawa organik, amoniak, metilen biru, COD dan BOD.



1. pH

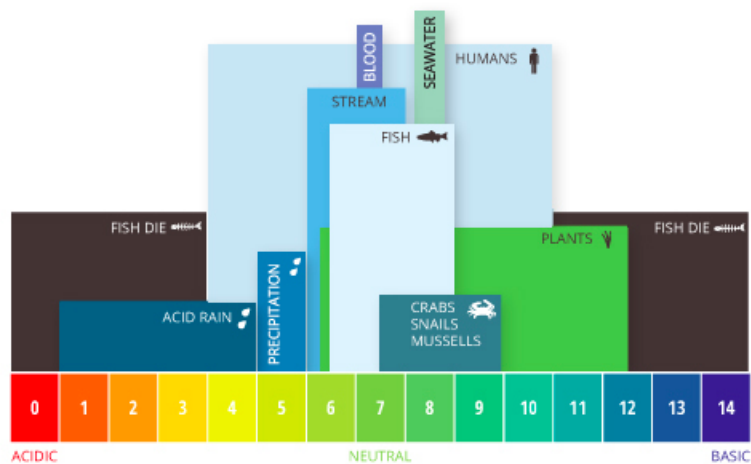
pH merupakan derajat asam basa di dalam cairan. pH memiliki rentang nilai 0-14, semakin rendah nilai pH ($\text{pH} < 6$) maka semakin asam cairan tersebut. Sebaliknya, semakin tinggi nilai pH ($\text{pH} > 8$) maka semakin basa cairan tersebut. Gambar X menunjukkan contoh-contoh pH berbagai cairan.

Air limbah domestik (campuran *grey* dan *black water*) di Indonesia menurut Widyaningrum (2022) memiliki rentang pH 6.7-7.5. Menurut baku mutu air limbah Permen LHK nomor 68 tahun 2016, rentang pH yang diperbolehkan untuk memasuki badan air adalah 6-9.

([https://id.wikipedia.org/wiki/PH#/media/Ber-](https://id.wikipedia.org/wiki/PH#/media/Berkas:216_pH_Scale-01.jpg)

[kas:216_pH_Scale-01.jpg](#))

Secara umum manusia dan ikan-ikan hidup di rentang pH netral. Perubahan nilai pH dapat memengaruhi kehidupan makhluk hidup di dalam air karena memengaruhi berbagai aspek kimia di badan air.



Gambar 28. pH dan kemampuan hidup organisme

(<https://www.fondriest.com/environmental-measurements/parameters/water-quality/ph/>)

2. Senyawa organik

Senyawa organik di dalam air limbah biasanya terdiri dari protein, minyak lemak, karbohidrat, dan deterjen. Secara umum, senyawa organik merupakan makanan bagi mikroorganisme. Selain senyawa organik, mikroorganisme juga membutuhkan oksigen terlarut untuk hidup. Apabila badan air tercemar oleh senyawa organik dari air limbah domestik, mikroorganisme pengurai senyawa organik akan tumbuh berkembang dan mengonsumsi oksigen terlarut. Akibat dari proses ini adalah kadar oksigen terlarut di dalam air menjadi rendah dan membuat makhluk hidup lainnya mati.

Biochemical Oxygen Demand (BOD) & Chemical Oxygen Demand (COD)

BOD dan COD merupakan parameter tidak langsung untuk mengukur senyawa karbon di dalam air limbah. BOD adalah jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk mengurai bahan organik yang dapat didegradasi oleh mikroorganisme tersebut. Semakin tercemar air limbah, semakin tinggi kadar oksigen terlarut yang dikonsumsi sehingga nilai BOD akan tinggi. Tidak semua bahan organik di air

dapat dikonsumsi oleh mikroorganisme. Secara umum, kurang lebih 30% dari senyawa organik di air limbah tidak dapat didegradasi.

COD adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk membakar seluruh bahan organik di air limbah tersebut. Dengan demikian nilai COD di dalam air limbah selalu lebih tinggi dari nilai BOD.

Menurut Mackenzie (2010), rentang BOD dan COD di air limbah domestik berturut-turut adalah 100-300 mg/L dan 250-1000 mg/L. Nilai BOD dan COD ini harus diturunkan menjadi 30 dan 100 mg/L sebelum dibuang ke badan air.

**Tabel 4 Komposisi air limbah domestik
(Sumber: Mackenzie, 2010)**

**TABLE 18-5
Typical composition of untreated domestic wastewater**

Constituent	Weak (all mg/L except settleable solids)	Medium	Strong
Alkalinity (as CaCO_3) ^a	50	100	200
Ammonia (free)	10	25	50
BOD ₅ (as O_2) ^b	100	200	300
Chloride ^a	30	50	100
COD (as O_2)	250	500	1,000
Total suspended solids (TSS)	120	210	400
Volatile (VSS)	95	160	315
Fixed	25	50	85
Settleable solids, mL/L	5	10	20
Sulfates ^a	20	30	50
Total dissolved solids (TDS)	200	500	1,000
Total Kjeldahl nitrogen (TKN) (as N)	20	40	80
Total organic carbon (TOC) (as C)	75	150	300
Total phosphorus (as P)	5	10	20

^aTo be added to amount in domestic water supply. Chloride is exclusive of contribution from water-softener backwash.

^bFor newer, tighter collection systems, or where water conservation is practiced, these numbers may be considerably higher.

Adapted from Metcalf & Eddy, 2003.

3. Ammonia

Ammonia adalah senyawa kimia di dalam limbah domestik dengan rumus kimia NH_3 dan umumnya berasal dari kandungan urea di dalam urine. Eutrofikasi atau proses pencemaran air akibat penambahan nutrisi umumnya disebabkan oleh komponen nitrogen dan/atau fosfor di dalam air. Komponen nitrogen ini umumnya dilihat dari kadar ammonia di dalam air. Penambahan nutrisi ini merangsang pertumbuhan dari algae dan mengubah kestabilan di dalam ekosistem air sehingga menurunkan kualitas air.

Konsentrasi ammonia terlalu tinggi di dalam air akan menyebabkan keracunan pada organisme akuatik.

4. Minyak lemak



Pada kondisi dingin, minyak lemak akan membentuk gumpalan padatan. Jika minyak lemak ini terbawa ke jaringan perpipaan, mereka dapat mengendap dan menumpuk di pipa sehingga dapat menghambat aliran air limbah. Pada kondisi parah, air limbah tidak dapat mengalir sehingga aliran air limbah dari rumah dan gedung akan mampat.

5.3.3 Karakteristik Biologis

Air limbah domestik memiliki berbagai jenis mikroorganisme di dalamnya, seperti virus, bakteri, protozoa, dan lain-lain. Baku mutu Permen LHK No. 68 Tahun 2016 hanya mensyaratkan Total Bakteri Koliform maksimum yang diperbolehkan untuk air buangan adalah 3000/100 mL.

Bakteri

Bakteri memiliki peran penting di dalam pengolahan air limbah. Senyawa organik di dalam air limbah akan diurai dan dikonsumsi oleh bakteri. Pengolahan air limbah secara biologis merupakan kunci dari pengolahan air

limbah. Namun, sebelum air hasil pengolahan dibuang ke lingkungan, bakteri-bakteri tersebut harus dipisahkan terlebih dahulu.

Beberapa bakteri di dalam air limbah merupakan bakteri patogen yang dapat menyebabkan penyakit bagi manusia. Air limbah *blackwater* dari rumah tangga umumnya memiliki bakteri koliform yang dapat mengganggu pencernaan.

-

5.4 Tabel Struktur Organisasi dan Kompetensi SKKNI Pengelola Air Limbah