



BRIN
BADAN RISET
DAN INOVASI NASIONAL

FSMA

SESEKALI KENALI YANG DI BAWAH

Buku Tentang Unit Air Limbah Setempat
A Book About Onsite Wastewater Unit



GET TO KNOW WHAT'S UNDER

Rugun Firni Sipayung | Rudy Yuwono | Neni Sintawardani
Laksmi Wardhani | Tri Anggoro Z.

SESEKALI KENALI YANG DI BAWAH

Buku Tentang Unit Air Limbah Setempat
A Book About Onsite Wastewater Unit

**GET TO KNOW
WHAT'S UNDER**



Diterbitkan pertama pada 2025 oleh Penerbit BRIN
Tersedia untuk diunduh secara gratis: penerbit.brin.go.id



Buku ini di bawah lisensi Creative Commons Attribution Non-commercial Share Alike 4.0 International license (CC BY-NC-SA 4.0).

Lisensi ini mengizinkan Anda untuk berbagi, mengopi, mendistribusikan, dan mentransmisi karya untuk penggunaan personal dan bukan tujuan komersial, dengan memberikan atribusi sesuai ketentuan. Karya turunan dan modifikasi harus menggunakan lisensi yang sama.

Informasi detail terkait lisensi CC-BY-NC-SA 4.0 tersedia melalui tautan:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

SESEKALI KENALI YANG DI BAWAH

Buku Tentang Unit Air Limbah Setempat
A Book About Onsite Wastewater Unit

**GET TO KNOW
WHAT'S UNDER**

Rugun Firni Sipayung | Rudy Yuwono | Neni Sintawardani
Laksmi Wardhani | Tri Anggoro Z.



Penerbit BRIN

© 2025 Faecal Sludge Management Alliance (FSMA) & Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)

Katalog dalam Terbitan (KDT)

Sesekali Kenali yang Di Bawah: Buku tentang Unit Air Limbah Setempat/Budi Darmawan, Neni Sintawardani, Rudy Yuwono, Rugun Firdi Sipayung, Laksmi Wardhani, Tri Anggoro Z.–Jakarta: Penerbit BRIN, 2025.

xvii hlm. + 72 hlm.; 17,6 × 25 cm

ISBN 978-602-6303-88-2 (*e-book*)

1. Air Limbah

628.3

Editor Akuisisi	: Rahma Hilma Taslima
<i>Copy Editor</i>	: Alya Ratna Setiani
<i>Proofreader</i>	: Martinus Helmiawan
Penata Isi	: Rayindra Tri Anagya, Berio Wibisono, & Rahma Hilma Taslima
Desainer Sampul	: Rayindra Tri Anagya, Berio Wibisono

Edisi Pertama : Desember 2025



Diterbitkan oleh:

Penerbit BRIN, Anggota Ikapi

Direktorat Repositori, Multimedia, dan Penerbitan Ilmiah

Gedung B.J. Habibie Lt. 8, Jl. M.H. Thamrin No. 8,

Kb. Sirih, Menteng, Jakarta Pusat 10340

Whatsapp: +62 811-1064-6770

E-mail: penerbit@brin.go.id

Website: <https://penerbit.brin.go.id/>



Penerbit BRIN



@penerbit_brin



@penerbit.brin

DAFTAR ISI

Table of Content

KATA PENGANTAR		
Preface	-----	xiii
PRAKATA		
Foreword	-----	xv
PENDAHULUAN		
Introduction	-----	1

BAB I

UNIT SETEMPAT, PEJUANG BAWAH TANAH

Onsite Unit, The Hidden Hero		5
Boks: Jangan Dipakai, Jika ...		
Box: Do Not Use, If ...	-----	8
Bukan Solusi Sementara		
Far from Temporary	-----	11

BAB II

AWALAN SEDERHANA: TANGKI SEPTIK

A Humble Beginning: The Septic Tank		13
Dua Kompartmen: Solusi Lebih Baik		
The Dual-Compartment Tank: An Improved Solution	-----	16
Pengolahan Lanjutan Demi Lingkungan		
Additional Treatment for More Protection	-----	17
Boks: Batasan 10 Meter: Benar atau Berlebihan?		
The 10-Meter Rule - Reasonable or Excessive?	-----	18

BAB III

REVOLUSI PLASTIK DAN FIBERGLASS	
Plastic and Fiberglass Revolution	21
Beragam Bentuk	
Versatile In Forms	25
Kompartmen Lebih Bervariasi	
Space-Efficient Compartments	26

BAB IV

NAIK KELAS DENGAN FILTER	
STEPPING UP WITH FILTERS	29
Filter Mikrobiologis	
Microbial Filters	30
Tambah Filter Lain	
Add More Filters	33
Boks: Beragam Media Filter	
Box: Meet the Media	35

BAB V

BERI UDARA, BIARKAN MEREKA LARI	
GIVE AIR, LET THEM FLY	37
Gabungan Dua Dunia	
Combining Both Worlds	39
Diperkuat Media Filter	
Adding Filter Media	41
Memang Butuh Listrik	
Power Play	43
Boks: Lebih Sedikit Gas Rumah Kaca	
Box: Less Greenhouse Gases	46

BAB VI

SEBAIK-BAIKNYA UNIT SETEMPAT

ONSITE UNIT AT THEIR BEST 47

Semua Dalam Satu Bungkus	
All In One	49
Banyak Pilihan Lain	
More on The Shelves	51
Boks: Desinfeksi Patogen	
Box: Killing the Pathogen	54
Semakin Pintar	
Getting Smarter	55
Water Recycling Unit (WRU)	
Water Recycling Unit (WRU)	57

BAB VII

KENDALIKAN MEREKA

GET THEM UNDER CONTROL 59

Sejak Dari Kandungan	
From the Womb	60
Boks: Lokal dan Global Punya Standard Unit Setempat	
Box: Global and Local: Standards for Onsite Systems	62
Sampai Saatnya Berakhir	
Until the End Comes	64
Boks: Registrasi Unit Setempat	
Box: Onsite Unit Registration	66

REFERENSI

References	67
------------	----

DAFTAR ISTILAH

Glossary	69
----------	----

TENTANG PENULIS

About the Authors	71
-------------------	----

DAFTAR GAMBAR

Table of Figures

BAB I

Gambar 1.1 - Kandungan air limbah domestik	6
Gambar 1.2 - Ilustrasi Sistem Pengolahan Air Limbah Setempat	8
Gambar 1.3 - Pengolahan air limbah keluar dari permukaan air	8
Gambar 1.4 - Daerah dengan luas lahan terbatas	9

BAB II

Gambar 2.1 - Pembangunan Septic Tank	14
Gambar 2.2 - Tangki Septik	15
Gambar 2.3 - Lahan basah buatan, atau Kolam Sanita	19
Gambar 2.4 - Perpipa Kolam Sanita	20

BAB III

Gambar 3.1 - Septic Tank Fiberglass	22
Gambar 3.2 - Berbagai Jenis Tangki Septik Berdasarkan Material Bahan	24
Gambar 3.3 - Tangki Septik dengan Dinding Beralir	25
Gambar 3.4 - Tangki dengan kompartemen radial dan konsentrik	27

BAB IV

Gambar 4.1 - Filter Mikrobiologis dalam Septic Tank	30
Gambar 4.2 - Sanfab, buatan Indonesia	31
Gambar 4.3 - Tangki Anaerobix Saphir dari Graf, Jerman	32
Gambar 4.4 - Biorotech, buatan Pioneer dari Indonesia	32
Gambar 4.5 - Biovisi, buatan Indonesia	34
Gambar 4.6 - Beragam Media Filter air limbah	35
Gambar 4.7 - Bioaga BG8, buatan Indonesia	36

BAB V

Gambar 5.1 - Diagram tipikal	38
Gambar 5.2 - ENVIRO-AIRE, buatan Infiltrator Technologies dari Amerika Serikat	39
Gambar 5.3 - Hydro-Action, buatan Amerika Serikat	40
Gambar 5.4 - Oxyfix dari Eloy, Belgia	41
Gambar 5.5 - Biopal dari Palija	42
Gambar 5.6 - NG4 Avenir micro-station, buatan Innoclair dari Prancis	43
Gambar 5.7 - Panel surya untuk modul pengolahan air limbah	45
Gambar 5.8 - Gas Methane	46

BAB VI

Gambar 6.1 - Unit setempat dari Taylex, Australia	48
Gambar 6.2 - Johkasou dibuat oleh Daiki Axis	49
Gambar 6.3 - Lifestyle® System, buatan Hynds dari Selandia Baru	51
Gambar 6.4 - PuraSys Sequencing Batch Reactor, buatan ANUA dari AS	52
Gambar 6.5 - Modul NitriFAST, buatan Biomicrobics dari Amerika Serikat	53
Gambar 6.6 - Kaporit Tablet	54
Gambar 6.7 - Ultraviolet Desinfection	54
Gambar 6.8 - Unit Septic Sitter	56
Gambar 6.9 - Ilustrasi FSM-Aman	57
Gambar 6.10 - Dokumentasi Pribadi FSM-Aman	58

BAB VII

Gambar 7.1 - Standard Unit Setempat	63
Gambar 7.2 - Ilustrasi Pengendalian Unit Setempat	64
Gambar 7.3 - Penyedotan Lumpur di Surakarta	65

PENGANTAR PENERBIT

Publisher's Note

Sebagai penerbit ilmiah, Penerbit BRIN mempunyai tanggung jawab untuk terus berupaya menyediakan terbitan ilmiah yang berkualitas. Upaya tersebut merupakan salah satu perwujudan tugas Penerbit BRIN untuk turut serta membangun sumber daya manusia unggul dan mencerdaskan kehidupan bangsa sebagaimana yang diamanatkan dalam pembukaan UUD 1945.

Buku ini menyajikan analisis komprehensif mengenai unit pengolahan air limbah setempat (*onsite units*) sebagai komponen strategis dalam sistem sanitasi nasional. Publikasi ini mereposisi persepsi publik bahwa unit setempat bukan sekadar solusi sementara, melainkan infrastruktur vital yang adaptif terhadap tantangan kepadatan penduduk dan keterbatasan lahan di Indonesia

Kami berharap hadirnya buku ini dapat menjadi referensi bacaan untuk menambah wawasan dan pengetahuan bagi seluruh pembaca. Akhir kata, kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu proses penerbitan buku ini.

As a scientific publisher, BRIN Publishing holds on high responsibility to provide only the finest quality of publications. It is the epitome of our enduring efforts to participate in educating the life of the nation, as stated in The 1945 Constitution of the Republic of Indonesia.

This book presents a comprehensive analysis of on-site wastewater treatment units as a strategic component of the national sanitation system. This publication repositions the public perception that on-site units are not merely temporary solutions, but rather vital infrastructure adaptable to the challenges of population density and land scarcity in Indonesia.

We surely hope this book could give new insights and invaluable information for ethnomusicologists, anthropologists, historians, and linguists studying Southeast Asian maritime cultures, offering unique data on the undocumented musical and linguistic heritage of the Urang Pulo. It is equally valuable for cultural heritage professionals and policy makers seeking strategies for preserving endangered intangible arts and revitalizing local traditions in the face of modernization. As a final note, we would like to deliver our heartfelt gratitude to everyone taking part in the publishing process of this book.

KATA PENGANTAR

Preface

Dengan penuh rasa syukur dan kebanggaan, saya menyampaikan selamat atas terbitnya buku *Sesekali Kenali Yang Di Bawah*, sebuah karya yang tidak hanya menginformasikan, tetapi juga menginspirasi. Buku ini mengajak kita menjelajahi dunia unit pengolahan air limbah setempat, sebuah aspek penting, tetapi kerap terabaikan dalam diskusi publik tentang sanitasi.

Sebagai bagian dari Faecal Sludge Management Alliance (FSMA), inisiatif global yang berkomitmen untuk memajukan pengelolaan lumpur tinja yang berkelanjutan, publikasi ini mencerminkan semangat kolaboratif dan dedikasi yang telah lama menjadi fondasi kerja FSMA. Selama bertahun-tahun, kami berupaya membangun kapasitas, mendorong adopsi teknologi inovatif, serta memperkuat peran pemangku kepentingan lokal dalam menciptakan sistem sanitasi yang aman, inklusif, dan berkelanjutan.

It is with great pride and gratitude that I extend my warmest congratulations on the release of *Get to Know What's Under*, a publication that not only informs but also inspires. This book invites readers to explore the world of local wastewater treatment units—an essential yet often overlooked component in public sanitation discussions.

As part of the Faecal Sludge Management Alliance (FSMA), a global initiative committed to advancing sustainable faecal sludge management, this publication reflects the spirit of collaboration and dedication that has long been the foundation of FSMA's work. Throughout the years, we have strived to build local capacities, promote the adoption of innovative technologies, and strengthen the role of stakeholders in developing safe, inclusive, and sustainable sanitation systems.

Indonesia merupakan salah satu mitra penting dalam perjalanan ini. Melalui kegiatan edukasi, pelatihan, dan advokasi, FSMA Indonesia telah memainkan peran strategis dalam memperkuat pemahaman akan pentingnya solusi pengolahan setempat—khususnya di tengah tantangan urbanisasi dan kebutuhan sanitasi yang terus meningkat. Buku ini menjadi warisan bermakna dari upaya tersebut, menyajikan wawasan teknis yang aplikatif, narasi yang membumi, serta semangat perubahan yang konkret.

Dengan berakhirnya program FSMA Global pada akhir tahun 2024, kami berharap buku ini menjadi salah satu kontribusi abadi yang terus menginspirasi, membangun kesadaran, dan mendorong praktik sanitasi yang lebih baik. Semoga buku ini menjadi pintu pembuka bagi dialog yang lebih luas dan tindakan yang lebih terarah, baik di tingkat komunitas, pemerintah daerah, maupun para pelaku sektor swasta.

Atas nama seluruh tim FSMA Global, saya mengucapkan terima kasih kepada FSMA Indonesia dan semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan buku ini. Semoga *Sesekali Kenali Yang Di Bawah* tidak hanya menjadi bacaan, tetapi juga menjadi dorongan untuk memahami lebih dalam, bertindak lebih bijak, dan merawat bumi dengan lebih bertanggung jawab.

Indonesia has been a vital partner in this journey. Through education, training, and advocacy initiatives, FSMA Indonesia has played a strategic role in raising awareness of the importance of local treatment solutions—particularly amidst the growing challenges of urbanization and increasing sanitation needs. This book stands as a meaningful legacy of those efforts, offering practical technical insights, relatable narratives, and a tangible spirit of change.

As FSMA Global concluded its program at the end of 2024, we hope that this publication will serve as a lasting contribution that continues to inspire, foster greater awareness, and encourage improved sanitation practices. May it open doors to broader dialogue and more targeted actions, engaging communities, local governments, and private sector actors alike.

On behalf of the entire FSMA Global team, I extend my sincere appreciation to FSMA Indonesia and all contributors who made this book possible. May *Get to Know What's Under* not only serve as an informative read but also as a call to understand deeper, act wiser, and nurture our planet more responsibly.

Salam hormat | Warm regards,

Penny Dekker
Program Manager, FSMA Global

PRAKATA

Foreword

Buku *Sesekali Kenali yang di Bawah* lahir sebagai bagian dari inisiatif Faecal Sludge Management Alliance (FSMA), sebuah aliansi global yang berkomitmen untuk mendorong pengelolaan lumpur tinja yang berkelanjutan. Di Indonesia, FSMA Indonesia telah mendukung berbagai upaya untuk mempromosikan teknologi inovatif dan membangun kapasitas pemangku kepentingan lokal, dengan harapan terciptanya sistem sanitasi yang lebih adil, inklusif, dan efisien.

Seiring berakhirnya program FSMA Global pada akhir 2024, kami ingin meninggalkan sesuatu yang bermakna, sebuah sumber pengetahuan yang tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga menginspirasi. Buku ini kami hadirkan sebagai kontribusi kecil untuk mendorong pemahaman dan penggunaan unit pengolahan air limbah setempat secara lebih baik. Kami berharap isi buku ini dapat terus diperbarui dan dikembangkan di tahun-tahun mendatang, sejalan dengan kemajuan teknologi dan kebutuhan masyarakat.

The Book *Get to Know What's Under* is written as part of the initiative by the Faecal Sludge Management Alliance (FSMA), a global alliance committed to promote the sustainable faecal sludge management. In Indonesia, FSMA Indonesia has supported various efforts to promote innovative technologies and build the capacity of local stakeholders, with the hope of creating a more equitable, inclusive, and efficient sanitation system.

As the FSMA Global program comes to an end in late 2024, we wanted to leave behind something meaningful, a source of knowledge that is not only technical but also inspiring. We present this book as a small contribution to foster better understanding and use of decentralized wastewater treatment units. We hope that the content of this book will continue to be updated and developed in the years to come, in line with technological advances and community needs.

Perlu kami tegaskan bahwa buku ini tidak bermaksud mempromosikan produk atau merek tertentu. Tidak ada produsen yang mensponsori penerbitannya. Seluruh konten disusun secara independen oleh tim penulis, sebagai bagian dari upaya kami untuk berbagi pengetahuan. Produk yang ditampilkan di dalamnya semata-mata digunakan sebagai contoh nyata untuk membantu menjelaskan konsep-konsep yang disampaikan. Kami sadar mungkin ada teknologi yang lebih baik dari yang disebutkan, tetapi kami percaya contoh-contoh yang digunakan dalam buku ini cukup representatif untuk membuka wawasan dan mendorong eksplorasi lebih lanjut.

Kami berharap buku ini dapat menjadi landasan bagi inovasi, mendorong lahirnya gagasan baru dan solusi mutakhir dalam pengelolaan air limbah setempat di Indonesia. Terima kasih kami sampaikan kepada para produsen yang izinnya memungkinkan kami menampilkan produk mereka sebagai ilustrasi dalam buku ini, serta kepada semua pihak yang telah mendukung proses penyusunan buku ini dari awal hingga selesai.

Semoga buku ini bermanfaat dan menjadi bagian dari langkah maju menuju sistem sanitasi yang lebih baik bagi semua.

We want to emphasize that this book is not intended to promote any specific product or brand. No manufacturer has sponsored its publication. All content has been independently prepared by the writing team as part of our effort to share knowledge. The products featured are merely used as real-life examples to help explain the concepts presented. We are aware that there may be better technologies than those mentioned, but we believe the examples used in this book are sufficiently representative to broaden understanding and encourage further exploration.

We hope this book will serve as a foundation for innovation, encouraging the emergence of new ideas and cutting-edge solutions in decentralized wastewater management in Indonesia. Our sincere thanks go to the manufacturers who allowed us to feature their products as illustrations in this book, as well as to everyone who supported the book's development from start to finish.

May this book be useful and become part of the progress toward a better sanitation system for all.

Salam hormat | Sincerely,

Budi Darmawan
Regional Director, FSMA Indonesia

UCAPAN TERIMA KASIH

Acknowledgement

Buku ini disusun sebagai bagian dari inisiatif Faecal Sludge Management Alliance (FSMA) International untuk mempromosikan sistem sanitasi non-perpipaan di berbagai negara, termasuk Indonesia.

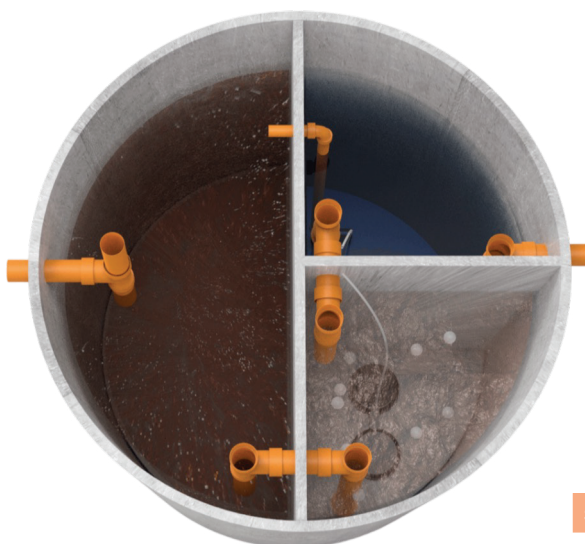
Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya juga kami sampaikan kepada para pemimpin FSMA Internasional, Jennifer Williams dan Penny Dekker, atas masukan berharga dalam penyusunan buku ini.

This book is created as part of the Faecal Sludge Management Alliance (FSMA) International initiative to promote non-sewered sanitation systems in various countries, including Indonesia.

Our sincere gratitude also goes to FSMA International leaders, Ms. Jennifer Williams and Ms. Penny Dekker, for their valuable input in the preparation of this book.

PENDAHULUAN

Introduction



Ilustrasi Unit Pengolahan
Limbah Setempat

Sumber: biocellwater.com

Selamat datang di *Sesekali Kenali yang di Bawah*—sebuah buku yang mengajak Anda menjelajahi dunia unit pengolahan air limbah setempat. Apabila Anda ingin tahu unit yang dibangun di lokasi atau unit prefabrikasi, berbahan fiberglass atau plastik, berbentuk persegi atau bulat, menggunakan proses anaerobik atau aerobik, semua dapat Anda jumpai di buku ini. Beberapa orang mungkin melihat unit pengolahan air limbah setempat sebagai solusi sementara, tetapi kami melihatnya lebih dari itu. Meskipun dengan segala kemajuan dalam pengembangan sistem perpipaan terpusat (*sewerage system*), kami yakin unit-unit pengolahan air limbah setempat akan tetap menjadi pilihan utama di banyak kota Indonesia selama bertahun-tahun, bahkan mungkin di beberapa dekade mendatang.

Welcome to *Get To Know What's Under*—a book that takes you on a journey into the fascinating world of onsite wastewater units, a crucial part of the non-sewered sanitation (NSS) solution. Whether you are dealing with site-built or prefabricated units, fiberglass or plastics, shoebox or round shapes, anaerobic or aerobic processes, we have it all covered here. Some might see onsite wastewater units as just a temporary fix, but we see them as more than that. Even with all the progress in centralized sewerage systems, we believe these units will remain the go-to choice in many Indonesian cities for years, maybe even decades, to come.

Tantangan di masa mendatang adalah kenaikan jumlah penduduk yang akan berkorelasi langsung dengan ketersediaan ruang yang memadai bagi fasilitas dan infrastruktur dasar sanitasi pada masyarakat. Pada saat ini jumlah penduduk perkotaan di Indonesia sudah lebih tinggi dari penduduk perdesaan sehingga menimbulkan kesenjangan fasilitas sanitasi di wilayah perkotaan sendiri, terutama di daerah padat penduduk atau *urban slum*. Keterbatasan anggaran dari pemerintah untuk membangun infrastruktur sanitasi yang layak membangkitkan berbagai ide untuk bisa mengatasi tantangan tersebut. *On-site sanitation* adalah satu konsep yang patut untuk dikembangkan dan diaplikasikan lebih luas, terutama jika memungkinkan untuk menggunakan kembali air terolah maupun mengembalikan nutrisi penting ke lingkungan sekitar dengan aman.

Kami, bersama para pemangku kepentingan lainnya, menginginkan Anda dapat menggunakan unit pengolahan air limbah setempat dengan kinerja yang lebih baik daripada tangki septik tradisional. Bukan lagi hanya untuk menjawab isu kesehatan masyarakat, kami ingin unit pengolahan air limbah setempat juga harus memperhatikan upaya perlindungan lingkungan hidup. Apalagi, pemerintah sudah berencana memberlakukan standar yang ketat untuk efluen unit air limbah setempat. Bahkan lebih dari itu, ada wacana untuk mendorong air olahan untuk dapat digunakan kembali, setidaknya untuk penyiraman tanaman. Unit-unit pengolahan air limbah setempat yang digunakan harus memberikan manfaat lingkungan yang setara dengan sistem perpipaan.

One of the key challenges in the future will be population growth, which is directly correlated with the availability of adequate space for basic sanitation facilities and infrastructure in communities. Currently, the urban population in Indonesia has surpassed the rural population, resulting in a disparity in sanitation services within urban areas themselves, particularly in densely populated neighborhoods or urban slums. Limited government budgets for developing proper sanitation infrastructure have sparked various innovative ideas to address these challenges. On-site sanitation is one concept that holds great potential for further development and broader application, especially if it enables the safe reuse of treated water and the return of essential nutrients to the surrounding environment.

We, along with other stakeholders, are demanding better onsite wastewater units, ones that perform better than traditional septic tanks. This is not just about public health; it is also about protecting the environment. The government is set to enforce stricter standards for domestic wastewater discharge, and there is even talk of requiring effluent that is reusable, at least for watering plants. The onsite units we use need to provide environmental benefits on par with sewerage systems.

Sebelum Anda membaca lebih jauh, mari kita perjelas satu hal terlebih dahulu: buku ini bukan referensi akademis. Buku ini hanya akan menyampaikan informasi ringan kepada khalayak luas, mulai dari pembuat kebijakan, insinyur, pemerhati lingkungan, hingga masyarakat umum, tentang berbagai teknologi pengolahan air limbah setempat.

Kami berharap informasi dalam buku ini akan memicu rasa ingin tahu dan mendorong Anda untuk menggali lebih dalam terkait perkembangan terbaru dari unit setempat. Kami ingin buku ini dapat mendorong dialog, pertukaran pengetahuan, dan kolaborasi di antara semua pemangku kepentingan tentang unit setempat.

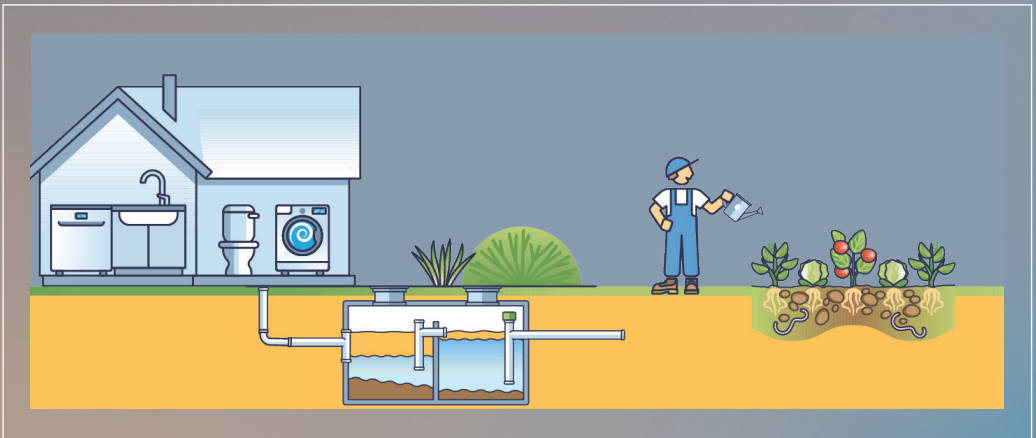
Before you read any further, let's clarify one thing: this book is not an academic reference. It is intended to provide accessible, easy-to-understand information to a broad audience, from policymakers, engineers, and environmental advocates to the general public, about various decentralized wastewater treatment technologies.

We hope the content in this book sparks curiosity and encourages you to explore the latest developments in decentralized systems. Our goal is for this book to foster dialogue, knowledge exchange, and collaboration among all stakeholders involved in local wastewater treatment solutions.

Jakarta, September 2024

Bab | Chapter

01

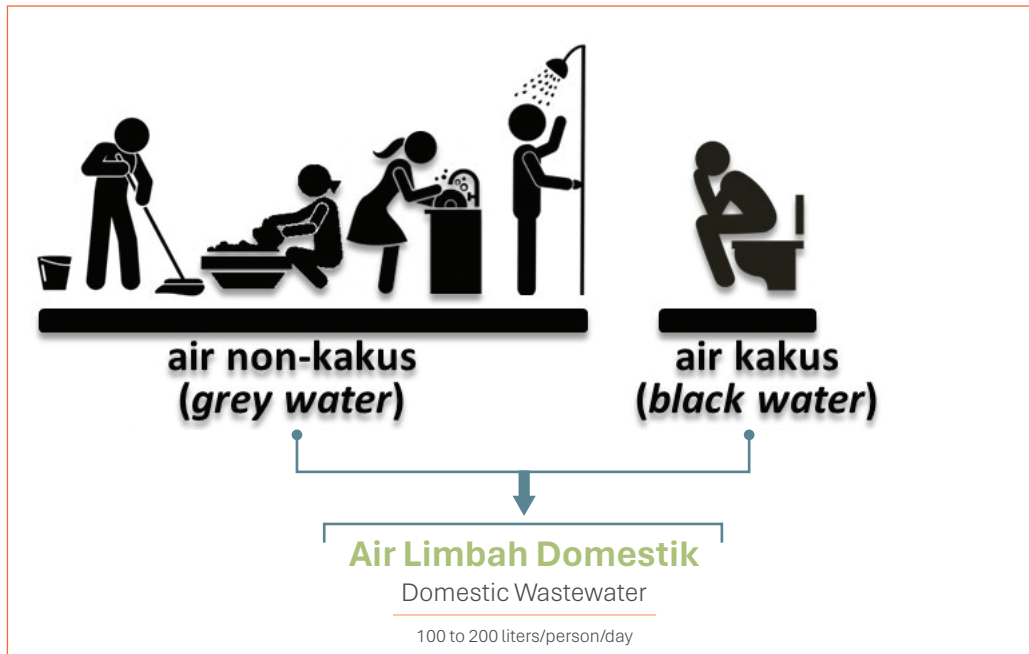


UNIT SETEMPAT

Onsite Unit

PEJUANG BAWAH TANAH

The Hidden Hero



Gambar 1.1 Kandungan Air Limbah Domestik

Sumber: www.shutterstock.com

Senyawa organik:

Biochemical Oxygen Demand (BOD5):

150 to 300 mg/L, mengakibatkan kekurangan oksigen, kondisi septik yang membahayakan kehidupan dan ekosistem akuatik;

Nutrien:

Nitrogen 20-85 mg/L dan fosfor 5-20 mg/L, menyebabkan eutrofikasi, kekurangan oksigen, dan kerusakan lingkungan akuatik;

Patogen:

Bakteri, virus, meningkatkan risiko kesehatan dan gangguan pada pengolahan air limbah;

Kotoran fisis:

Suspended solids: 100-350 mg/L, meningkatkan kekeruhan dan mempengaruhi kehidupan akuatik dengan menghalangi masuknya cahaya dan menambah endapan di badan sungai.

Organics:

Biochemical Oxygen Demand (BOD5):

150 to 300 mg/L, lead to oxygen depletion; create septic condition that harms aquatic life and ecosystems;

Nutrients:

Nitrogen 20-85 mg/L dan fosfor 5-20 mg/L, causing eutrophication, depleting oxygen in water bodies and causing environmental damage;

Patogen:

Bacteria, viruses, posing significant health risks and are a major concern in treatment;

Kotoran fisis:

Suspended solids: 100-350 mg/L, contributing to turbidity and affecting aquatic life by blocking light and settling on riverbeds.

Air limbah rumah tangga, atau air limbah domestik, merupakan gabungan dari air kakus (*black water*) dan air non-kakus (*grey water*). Air kakus berasal dari buangan tubuh, seperti tinja dan urin serta air bilas dari kakus. Sementara itu, air non-kakus berasal dari shower, wastafel, dan mesin cuci, yang mengandung sabun, deterjen, sisa makanan, dan minyak. Secara keseluruhan, sekitar 99% air limbah domestik adalah air, dan 1% sisanya adalah polutan, seperti senyawa organik, nutrisi, patogen, dan kotoran fisik. Air kakus ini yang paling banyak menyumbang konsentrasi organik, nutrisi, dan patogen, yang membuat kesehatan kita lebih berisiko.

Air limbah domestik yang tidak diolah merupakan musuh bersama. Selain mencemari air tanah dan air permukaan, air limbah tersebut juga merusak keindahan dan kenyamanan lingkungan Anda. Risiko gangguan kesehatan akan meningkat karena air limbah dapat menjadi tumpangan dari berbagai biang penyakit. Air limbah yang tidak diolah juga bisa menurunkan nilai jual properti di kawasan tertentu dan mengganggu kualitas hidup penduduknya. Selain itu, pencemaran air limbah juga bisa membahayakan kehidupan akuatik dan merusak ekosistem lokal. Oleh karena itu, tidak ada alasan bagi Anda untuk tidak mengelola air limbah dari rumah Anda. Caranya? Anda dapat menggunakan unit setempat (*onsite unit*) atau, jika ada, menyambung ke sistem air limbah terpusat (*offsite system*).

Domestic wastewater, often called sewage, is primarily classified into black water and grey water. Black water includes human waste such as feces, urine, and flush water from toilets. Grey water comes from sources like showers, sinks, and washing machines, containing soaps, detergents, food scraps, and oils. Collectively, domestic wastewater is about 99% water but harbors various pollutants including organic compounds, nutrients, pathogens, and physical impurities. Black water is a major contributor to organic and nutrient concentrations, as well as pathogens in sewage, impacting overall treatment needs.

Untreated domestic wastewater acts as a sneaky villain in our communities, not only causing significant environmental distress such as contaminating groundwater and surface water but also creating aesthetic eyesores that degrade the beauty of our surroundings. This form of contamination poses severe public health risks, as contaminated water can lead to waterborne diseases. It can harm aquatic life and disrupt local ecosystems. The unsightly presence of untreated wastewater can also lower property values and reduce the quality of life for residents. To combat these pervasive issues, we rely on two main heroes: onsite and offsite wastewater systems, which safeguard public health by effectively managing and treating wastewater before it can cause harm.



Gambar 1.2 Ilustrasi Sistem Pengolahan Air Limbah Setempat

Sumber: septicblue.com

Boks: | Box:

Jangan Dipakai, Jika ...

Do Not Use, if ...



Gambar 1.3 Pengolahan air limbah keluar dari permukaan air

Sumber:
researchgate.net

Tidak semua properti cocok untuk memakai unit air limbah setempat. Jika tanah Anda kebanyakan lempung atau lanau, sebaiknya pikir-pikir dulu. Jenis tanah seperti itu punya permeabilitas rendah yang dapat menghambat resapan air limbah sehingga membuatnya keluar ke permukaan seperti Gambar 1.3. Begitu juga jika lahan Anda memiliki muka air tanah yang tinggi, sebaiknya jangan coba-coba. Muka air tanah yang tinggi dapat mendorong unit setempat Anda naik ke permukaan tanah.

Melihat padatnya Kampung 200 di Bandung, luas lahan juga merupakan faktor penting. Unit setempat butuh ruang cukup luas untuk zona aman. Di lahan yang luasnya terbatas, unit setempat akan terlalu berdekatan dengan sumur air. Pemerintah melarang unit setempat digunakan di wilayah dengan kepadatan penduduk kurang dari 15.000 orang per kilometer persegi, atau 15 orang per 1.000 meter persegi. Selain itu, jika wilayah rumah Anda sudah dilayani oleh sistem terpusat, pemerintah tentu akan melarang Anda untuk menggunakan unit setempat.

Kondisi yang tepat sangat penting untuk keberhasilan pemasangan dan operasi unit setempat. Pemilihan lokasi yang tepat, desain yang matang, dan kepatuhan terhadap aturan akan memastikan unit setempat bekerja dengan efisien.

Unit ini merupakan sistem mandiri yang melakukan semua, dari pengumpulan air limbah hingga pengolahannya, langsung di lokasi dimana air limbah berasal.

Onsite wastewater unit functions as a self-contained unit, managing everything from collection to treatment directly at the site where the wastewater originates.

Unit air limbah setempat itu ibarat pejuang yang bertempur sendiri di bawah halaman rumah kita. Unit ini merupakan sistem mandiri yang melakukan semuanya langsung di lokasi dimana air limbah berasal,

An onsite wastewater unit functions as a self-contained unit, managing everything from collection to treatment directly at the site where the wastewater originates. At the core of this system is a specialized unit that

Not every property is cut out for an onsite wastewater unit. If your land is mostly clay or silt, think twice about installing one. These types of soil have low permeability, which can slow down the effluent flow, causing backups, and potential surface runoff or groundwater contamination. Similarly, properties with high water tables are a no-go. High groundwater can even push your onsite unit upwards, causing all sorts of trouble.

Seeing the density of Kampung 200 di Bandung, land size is also an important factor. Onsite units need plenty of room to create safety buffer zones and allow for proper maintenance. In tight spaces, the unit can end up too close to water wells, which poses significant risks. The government mandates that onsite units can be used in areas with a population density lower than 15,000 people per square kilometer, or fifteen people per 1,000 square meters. Additionally, if your area is already served by a centralized offsite system, the local government usually will not approve the installation of an onsite unit.

Getting these conditions right is crucial for the successful set-up and operation of an onsite wastewater treatment system. A proper site evaluation, thoughtful design, and sticking to the rules not only prolong the life of your system but also ensure it works efficiently, safe guarding public health and the environment.



Gambar 1.4 Daerah dengan luas lahan terbatas

Sumber:
Bambang Wisono

mulai dari pengumpulan air limbah sampai pengolahannya. Unit setempat merupakan lapisan pertahanan pertama, memisahkan padatan dari cairan dan mengolahnya secara parsial. Setelah itu, air keluarannya dialirkan ke area resapan yang membersihkan air lebih lanjut melalui proses filtrasi alami di dalam tanah. Unit setempat yang lebih modern bekerja, seperti miniatur instalasi pengolahan air limbah yang tersembunyi rapi di bawah tanah.

Unit air limbah setempat itu ibarat pejuang yang bertempur sendiri di bawah halaman rumah kita. Unit ini merupakan sistem mandiri yang melakukan semuanya langsung di lokasi dimana air limbah berasal, mulai dari pengumpulan air limbah sampai pengolahannya. Unit setempat merupakan lapisan pertahanan pertama, memisahkan padatan dari cairan dan mengolahnya secara parsial. Setelah itu, air keluarannya dialirkan ke area resapan yang membersihkan air lebih lanjut melalui proses filtrasi alami di dalam tanah. Unit setempat yang lebih modern bekerja, seperti miniatur instalasi pengolahan air limbah yang tersembunyi rapi di bawah tanah.

Sebaliknya, sistem terpusat bekerja bagaikan “kuda pekerja” yang tangguh, mengumpulkan air limbah dalam volume besar dari berbagai sumber, baik rumah tangga maupun komersial. Air limbah ini kemudian dialirkan ke instalasi pengolahan melalui jaringan pipa, di mana air limbah tersebut kemudian diolah secara menyeluruh. Sistem terpusat, yang juga dikenal sebagai *sewerage system*, dirancang untuk menangani kawasan permukiman yang lebih luas, memastikan air limbah diolah secara efisien di satu lokasi terpusat. Berbeda dari unit setempat yang hampir selalu dirancang untuk satu rumah saja.

serves as the initial defense, separating solids from liquids and partially treating them. This is followed by drain fields or leach fields, which further purify the water through soil-based filtration. It may not be entirely accurate, but this onsite unit works like a mini wastewater treatment facility, hidden right in your backyard.

An onsite wastewater unit functions as a self-contained unit, managing everything from collection to treatment directly at the site where the wastewater originates. At the core of this system is a specialized unit that serves as the initial defense, separating solids from liquids and partially treating them. This is followed by drain fields or leach fields, which further purify the water through soil-based filtration. It may not be entirely accurate, but this onsite unit works like a mini wastewater treatment facility, hidden right in your backyard.

On the flip side, the offsite system acts as a major workhorse, collecting large volumes of wastewater from both residential and commercial sources. It then transports this wastewater to a central treatment plant via an extensive network of pipes, where it undergoes comprehensive processing. This offsite setup, also known as the sewerage system, is built to manage the heavy loads from larger communities, making sure the wastewater gets treated efficiently and in one spot.

Bukan Solusi Sementara

Di Indonesia, sistem air limbah terpusat yang luas masih menjadi impian. Mau tidak mau, sistem air limbah setempat masih menjadi solusi utama. Mayoritas masyarakat Indonesia saat ini masih bergantung pada berbagai jenis unit setempat untuk mengelola air limbah domestik sehari-hari. Kondisi demikian tampaknya tidak akan berubah dalam waktu dekat.

Far From Temporary

In Indonesia, a sprawling sewer system remains more of a dream than reality, making onsite wastewater systems the go-to solution. The vast majority of Indonesians rely on various types of onsite septic units to manage their daily wastewater—a situation that's unlikely to change anytime soon.

.. unit setempat telah dan akan terus menjadi bagian penting perlindungan kesehatan masyarakat dan lingkungan di Indonesia.

.. onsite units have and will still become a crucial part of public health and environmental protection in the country.

Jauh dari sekadar solusi sementara, unit setempat telah dan akan terus menjadi bagian penting dari perlindungan kesehatan masyarakat dan lingkungan di Indonesia. Kita tidak bisa lagi main-main dalam membangun dan menggunakan unit setempat. Unit setempat yang berkualitas dan berkinerja tinggi harus tersedia. Mereka harus mampu memenuhi standar efluen air limbah domestik yang sama dengan sistem terpusat. Bukan hanya untuk air limbah kakus (*blackwater*), semua unit setempat harus mampu mengolah air limbah non-kakus (*greywater*) secara bersamaan. Ingat, pemerintah tidak akan lagi menoleransi pembuangan air limbah domestik secara bebas ke lingkungan.

Far from being a temporary quick fix, onsite units have and will still become a crucial part of public health and environmental protection in the country. We cannot mess around with how they are built and used anymore. High-quality and high-performance onsite units must be able. They have to meet the same domestic wastewater quality standards as offsite systems. Not only for blackwater, but all onsite units should also handle both blackwater and greywater together. Remember, the government will no longer tolerate grey water to be freely discharged into the environment.

Untuk mewujudkan hal tersebut, Indonesia perlu mendorong penerapan teknologi yang lebih canggih di unit-unit setempat. Unit setempat tidak hanya harus memenuhi standar lingkungan, tetapi juga harus mampu menghasilkan efluen yang aman untuk dapat digunakan kembali. Meskipun mungkin lebih mahal dibandingkan unit setempat yang saat ini banyak digunakan, investasi untuk pengadaan unit setempat canggih di suatu kawasan perumahan bisa menjadi lebih murah dibandingkan investasi pembangunan sistem terpusat di kawasan tersebut.

Jika kita telusuri evolusi unit setempat, jelas bahwa kemajuan teknologi dan kesadaran lingkungan hidup merupakan kekuatan pendorong utama dari kemajuannya. Dari awal yang sederhana dengan tangki septik anaerobik hingga unit setempat canggih dan modern saat ini, setiap langkah maju merupakan lompatan menuju keberlanjutan. Kemajuan ini bukan hanya untuk memenuhi kebutuhan saat ini, tetapi juga untuk membuka jalan bagi generasi mendatang agar dapat hidup lebih selaras dengan lingkungannya. Semua ini terjadi secara diam-diam di bawah tanah, tak terlihat—benar-benar pejuang tersembunyi.

To make this happen, Indonesia needs to promote more on the use of new and advanced technologies, giving us better options for onsite units with even better performance. Not only should the onsite units meet environmental standards, but they should also produce effluent that can be safely reused. While it might be a bit pricier than the systems we are using now, investing in advanced onsite units for homes might actually still be cheaper than putting in a whole sewerage system.

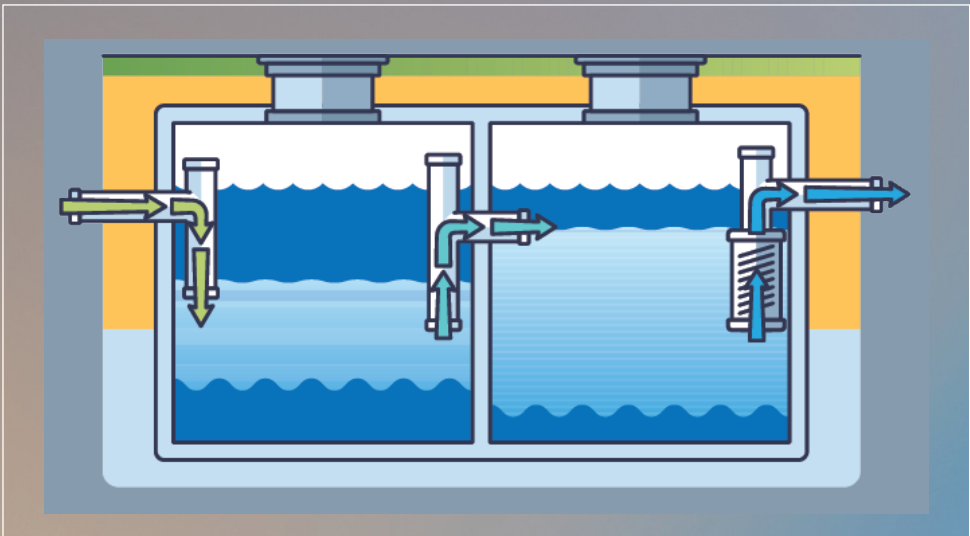
As we chart the evolution of onsite wastewater treatment units, it is clear that technological progress and ecological awareness have been driving forces. From the humble beginnings with basic anaerobic septic tanks to today's advanced and sophisticated systems, each step forward has been a leap towards sustainability. These advances are not just about meeting current needs but also about paving the way for future generations to live in harmony with their environment. All of this happens silently underground, unseen—truly, they are the hidden heroes.

Unit setempat tidak hanya harus memenuhi standar lingkungan, tetapi juga harus mampu menghasilkan efluen yang aman untuk dapat digunakan kembali.

Not only should the onsite units meet environmental standards, but they should also produce effluent that can be safely reused.



02



AWALAN SEDERHANA:

TANGKI SEPTIK

HUMBLE BEGINNING:

THE SEPTIC TANK



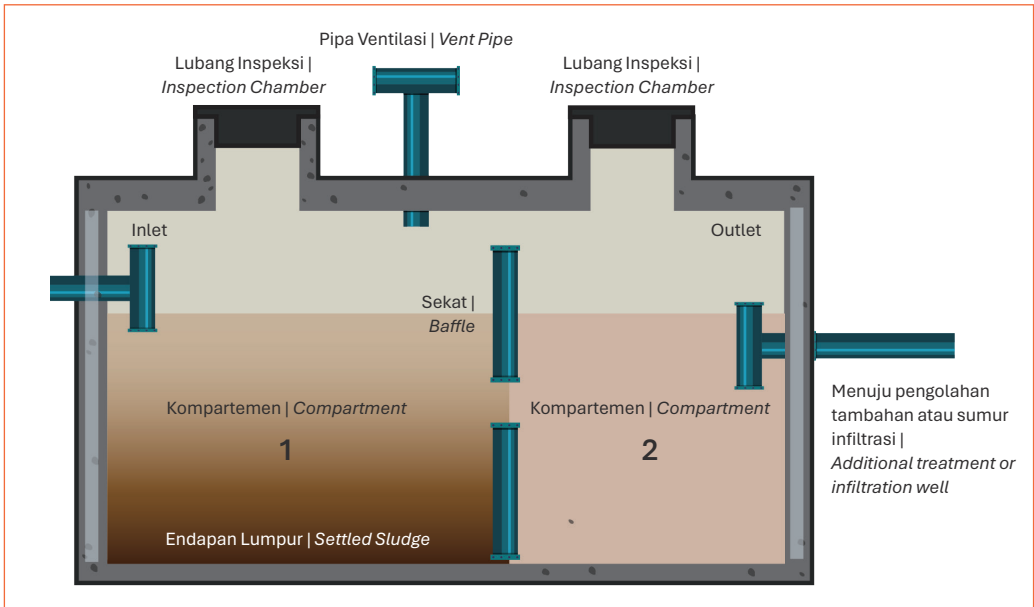
Gambar 2.1 Pembangunan Septic Tank Sumber: najjahouses.com

Tangki septik merupakan pilihan yang populer karena pembuatannya sederhana dan murah, selain karena perawatannya mudah.

Septic tanks are popular because they are straightforward, cheap to build, and easy to keep up.

Tangki septik adalah unit air limbah setempat yang paling banyak digunakan di Indonesia. Anda pasti pernah mendengarnya, sebagian menyebutnya *sepiteng*. Dikembangkan di Eropa pada akhir abad ke-19, tangki septik menjalankan fungsi dasar yang penting, yaitu memisahkan padatan dari air limbah domestik melalui proses sedimentasi. Padatan mengendap membentuk lapisan lumpur, sedangkan minyak, lemak, dan kotoran ringan mengapung ke permukaan membentuk lapisan skum. Di dalam tangki septik juga akan berlangsung proses mikrobiologis anaerob yang menguraikan sebagian polutan organik. Proses anaerob ini akan menghasilkan berbagai gas seperti metana, sulfida, dan amonia yang perlu dibuang melalui ventilasi. Cairan yang tersisa, atau efluen, keluar dari tangki bersama polutan organik, nutrisi, dan patogen yang masih tersisa. Efluen biasanya dialirkan ke dalam bidang resapan untuk mengalami perlakuan lebih lanjut.

The septic tank is the most well-known and widely used onsite unit in Indonesia. You have probably heard of it, though you may call it *sepiteng*. Developed in Europe in the late 19th century, a septic tank provides a basic but essential service, separating solids from liquids in domestic wastewater through a process called sedimentation. Solids settle to the bottom to form sludge, while oils and greases float to the top to create scum. Meanwhile, anaerobic microbiological processes inside the tank break down the organic matter. As if announcing its presence, the process generates various gases such as methane, sulfides, and ammonia, which need to be vented out. The remaining liquid, or effluent, exits the tank and is typically dispersed into a drain field for further natural treatment.



Gambar 2.2 Tangki Septik

Sumber: Ilustrasi Pribadi FSMA Indonesia

Tangki septik merupakan pilihan yang populer karena pembuatannya sederhana dan murah, serta perawatannya mudah. Yang membuatnya tambah menarik, tangki septik berada di bawah tanah sehingga Anda dapat segera melupakan buangan limbah Anda. Tangki septik dapat langsung Anda buat di tempat menggunakan bahan batu bata, batu kali, atau beton. Untuk membuatnya kedap air, Anda perlu melapisi dindingnya dengan plesteran semen. Bentuknya? Tidak rumit, biasanya berbentuk seperti kotak sepatu, meskipun ada juga yang membuatnya berbentuk bulat.

Ukuran tangki septik sangat bergantung pada jumlah orang yang memanfaatkannya. Misalnya, menurut Standar Nasional Indonesia untuk Tangki Septik (SNI 03-2398-2002), sebuah keluarga dengan lima anggota membutuhkan tangki septik dengan ukuran panjang 1,6 meter, lebar 0,8 meter,

Septic tanks are popular because they are straightforward, cheap to build, and easy to keep up. The cool part for some people is that they are underground, so you do not have to remember your wastewater. Plus, you can build them right on your property using materials like bricks, rubblestone, or concrete. They need a bit of cement plastering to keep them watertight. The design? Super simple, usually shaped just like a shoebox, although some make them round too.

The size of a septic tank really depends on how many people are using it. For example, according to the Indonesian National Standard on Septic Tanks (SNI 03-2398-2002), a family of five might have a septic tank that is 1.6 meters long, 0.8 meters wide, and 1.6 meters deep. With those dimensions,

dan kedalaman 1,6 meter. Dengan dimensi tersebut, volume sekitar 2,1 meter kubik, air limbah akan berada di dalam tangki selama setidaknya dua hari. Rentang waktu itu cukup untuk memungkinkan proses pengendapan dan pemisahan terjadi sehingga fungsi dasarnya dapat tercapai.

Kekurangannya adalah efisiensi pengolahan tangki septik sangat terbatas, terutama untuk tangki septik yang hanya memiliki satu kompartemen. Tangki septik demikian hampir pasti akan menghasilkan efluen yang tidak aman. Kandungan nutrisi dan patogen di dalamnya masih tinggi, begitu pula dengan kandungan polutan organik dan padatan.

Dua Kompartemen: Solusi Lebih Baik

Seiring dengan bertambahnya pemahaman pendahulu kita tentang pengolahan air limbah, desain tangki septik juga mengalami kemajuan. Tangki septik dengan dua kompartemen diperkenalkan untuk meningkatkan efisiensi proses pengolahan. Kompartemen pertama berfungsi untuk memisahkan padatan dan membentuk skum. Air limbah yang padatnya sudah berkurang kemudian akan mengalir ke kompartemen kedua melalui celah yang ada di dinding pembatas untuk pengendapan dan pengolahan lebih lanjut. Perlu dicatat bahwa kompartemen pertama biasanya lebih panjang, kira-kira dua kali ukuran kompartemen kedua. Proses dekomposisi anaerobik dari polutan organik berlangsung di kedua kompartemen tersebut.

which work out to a volume of 2.1 cubic meters, the wastewater sits in the tank for at least two days. This gives it plenty of time to settle and separate, ensuring the septic tank works efficiently.

The downside is that their treatment efficiency is very limited, particularly for septic tanks with only one compartment. Such single-compartment septic tanks are almost certain to produce effluent that is not safe. The nutrient and pathogen content will still be high, as well as the levels of organic matter and solids.

The Dual-Compartment Tank: An Improved Solution

As our understanding of wastewater treatment advanced, so did the design of the septic tank. The dual-compartment septic tank was introduced to enhance the treatment process. The first compartment functions much like a traditional septic tank, allowing solids to settle and scum to form. The partially solid-free effluent then flows into the second compartment through a provided gap in the partition wall for further settling and treatment. Please note that the first compartment is usually longer, about twice as large as the second compartment. Anaerobic decomposition of organic matter occurs simultaneously in both compartments.

Tangki septik dua kompartemen telah menjadi opsi unit setempat yang banyak digunakan dan direkomendasikan oleh para ahli, bahkan sudah diharuskan oleh peraturan di beberapa kota di Indonesia. Berkat adanya dua kompartemen, jenis tangki septik ini memberikan pemisahan dan penahanan padatan yang lebih baik. Namun, tetap saja ada beberapa hal yang perlu diperhatikan. Ukurannya lebih besar sehingga membutuhkan lebih banyak ruang, dan pastinya biayanya lebih mahal dibandingkan tangki septik satu kompartemen. Perawatannya juga sedikit lebih kompleks karena adanya dua kompartemen yang membutuhkan penyedotan di kedua ruang tersebut. Meskipun biaya awalnya lebih tinggi, tangki septik dua ruang menawarkan manfaat jangka panjang. Tangki ini meningkatkan kualitas pengolahan, mencegah masalah drainase, dan mengurangi frekuensi penyedotan, yang pada akhirnya dapat menghemat biaya seiring waktu.

Dual-compartment septic tanks have become widely used and are recommended by experts or even required by law in several cities in Indonesia. Thanks to the double compartments, this type of septic tank provides better separation and retention of solids. However, they have some drawbacks. They are larger, requiring more space, and are generally more expensive than single-compartment tanks. Maintaining them is also a bit more complex due to the two compartments, needing regular pumping and inspection in both compartments. Despite the higher upfront cost, dual-compartment tanks offer long-term benefits. They improve treatment, prevent drainage issues, and reduce the frequency of pumping, which can save money over time.

Pengolahan Lanjutan Demi Lingkungan

Sering kali, efluen tangki septik masih mengandung polutan yang dapat membahayakan lingkungan. Untuk mengatasi hal ini, Anda butuh unit pengolahan lanjutan sebelum efluen dilepas ke lingkungan. Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk tangki septik menyarankan tiga opsi pengolahan lanjutan: lahan basah buatan (*constructed wetlands*), filter aliran ke atas (*upflow filters*), dan sistem infiltrasi.

Additional Treatment for More Protection

Most of the time, septic tank effluent still contains pollutants that can be harmful to the environment. To address this, additional treatment is recommended before the effluent is released to the environment. The Indonesian National Standard (SNI) on Septic Tanks suggests three options for follow-up treatment: constructed wetlands, upflow filters, and infiltration system.

Batasan 10 Meter: Benar atau Berlebihan?

The 10-Meter Rule: Reasonable or Excessive?

Anda mungkin pernah mendengar bahwa tangki septik sebaiknya berada setidaknya 10 meter dari sumur air bersih. Bagi mereka yang tinggal di kawasan padat, batasan ini akan menjadi hambatan utama untuk penggunaan tangki septik. Jika tangki septik Anda memenuhi batasan ini, mungkin saja tangki septik tetangga yang berdekatan dengan sumur air bersih Anda. Perlu diingat, bukan hanya tangki yang harus mengikuti batasan 10 meter ini; area resapan atau sumur infiltrasi juga perlu berada setidaknya 10 meter dari sumur.

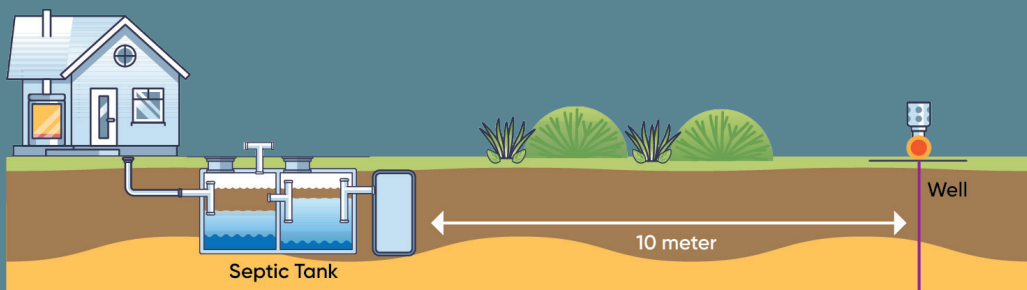
Batasan 10 meter ini sebenarnya bukanlah hal yang kaku. Batasan 10 meter ini didasarkan pada waktu bertahan hidup bakteri *Escherichia coli* (*E. coli*) dan laju aliran air tanah rata-rata, tetapi faktor-faktor ini bisa bervariasi di tempat-tempat yang berbeda. Di beberapa tempat yang aliran air tanahnya lebih lambat, batasan 10 meter ini dapat dianggap terlalu berat. Untuk memastikannya, periksa arah dan kecepatan aliran air tanah setempat. Anda bisa melakukan ini dengan mengukur kedalaman sumur-sumur terdekat; sumur dengan muka air tertinggi biasanya menunjukkan hulu dari arah aliran.

Walau tidak selalu tepat, batasan 10 meter ini merupakan pedoman praktis yang baik. Pihak berwenang juga menjadi lebih mudah untuk mengawasi penggunaan tangki septik. Perlu diingat juga, walau tangki septik sudah kedap air, batasan 10 meter tetap perlu dipertahankan sebagai langkah pencegahan terhadap dampak pencemaran di saat tangki mengalami kebocoran.

You may have heard that a septic tank should be located at least 10 meters away from a clean water well. For those living in densely populated areas, this requirement can become a major obstacle to using septic tanks. Even if your own septic tank complies with this rule, a neighbor's tank might still be too close to your clean water well. It's important to remember that it's not just the tank that must observe the 10-meter distance — the soakaway area or infiltration well must also be at least 10 meters away from the well.

This 10-meter rule is not absolute. It is based on the survival time of *Escherichia coli* (*E. coli*) bacteria and the average rate of groundwater flow, but these factors can vary from place to place. In areas where groundwater flows more slowly, the 10-meter requirement may be considered overly strict. To be sure, assess the local direction and speed of groundwater flow. This can be done by measuring the depth of nearby wells; the one with the highest water table usually indicates the upstream direction of groundwater flow.

While it may not always be precise, the 10-meter rule remains a useful practical guideline. It also helps authorities monitor septic tank usage more effectively. Keep in mind that even though septic tanks are designed to be watertight, the 10-meter buffer should still be maintained as a precaution against potential contamination if a leak occurs.



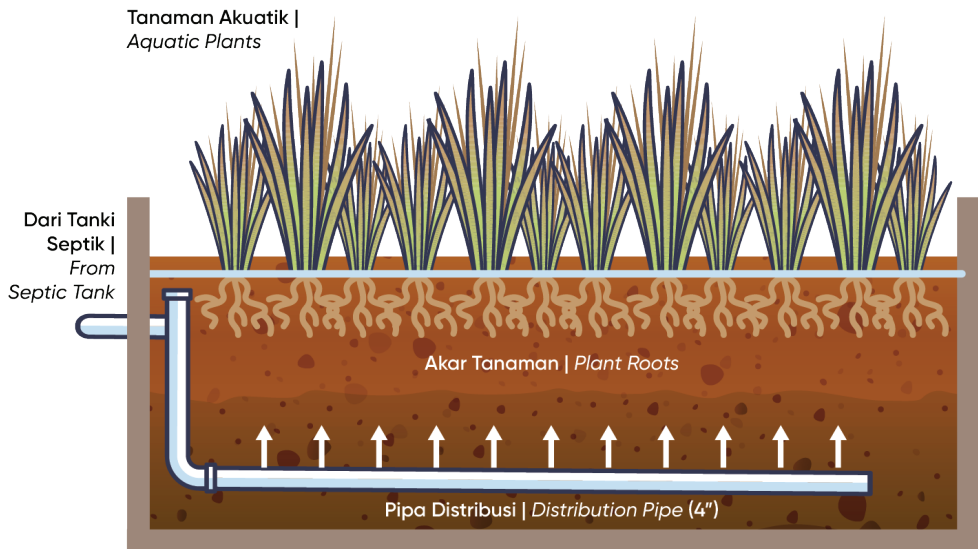
Ilustrasi Pribadi FSMA Indonesia

.. butuh pengolahan lanjutan sebelum efluen tangki septik dilepas ke lingkungan.

additional treatment is recommended before the effluent is released to the environment

Opsi pertama, lahan basah buatan, atau SNI menyebutnya sebagai Kolam Sanita, menawarkan solusi yang meniru fungsi lahan basah alami. Opsi ini menggunakan tanaman dan proses mikrobiologis untuk menghilangkan padatan, bahan organik, nutrisi, dan patogen. Lahan basah buatan tidak butuh listrik untuk beroperasi. Bentuknya alamiah sehingga dapat menyatu dengan lanskap lingkungan rumah Anda.

The first option, constructed wetlands, or Kolam Sanita as mentioned in the Standard, offers a solution by mimicking the functions of natural wetlands. These systems use vegetation and microbial processes to remove solids, organic matter, nutrients, and pathogens from wastewater. Constructed wetlands provide a habitat for wildlife and require minimal energy to operate, while also blending seamlessly into the landscape.



Gambar 2.3 Lahan basah buatan, atau Kolam Sanita.

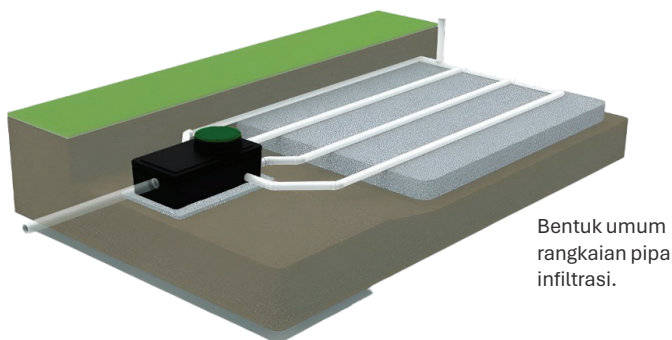
Sumber: Ilustrasi Pribadi FSMA Indonesia

Opsi berikutnya, *upflow filters* di mana efluen diarahkan untuk mengalir ke atas melalui lapisan media pasir atau kerikil. Padatan akan tertahan dan aktivitas mikroba dapat berlangsung untuk menguraikan polutan organik. *Upflow filters* memiliki desain yang kompak dan efisien, menjadikannya pilihan yang bagus untuk ruang yang terbatas. Opsi lainnya adalah sistem infiltrasi, baik berupa sumur atau jaringan pipa. Sumur infiltrasi memungkinkan air meresap ke dalam tanah, menyaring padatan secara alami, serta mengisi kembali persediaan air tanah. Pipa infiltrasi, yang terpasang secara horizontal dan sedikit miring di bawah tanah, akan mendistribusikan efluen tangki septik ke bidang lahan yang lebih luas, memberikan penyaringan lebih lanjut melalui lapisan tanah.

Selain ketiga opsi tersebut, Anda juga bisa mempertimbangkan penggunaan unit pengolahan canggih. Jika diperlukan, pengolahan lanjutan ini bisa mencakup teknologi yang mampu menghasilkan air yang bisa dimanfaatkan kembali, menjadi lebih ramah lingkungan dan memberikan solusi yang berkelanjutan.

Upflow filters, another option, treat effluent by directing it through layers of media, such as sand or gravel. This process traps solids and encourages microbial activity to break down pollutants. Upflow filters are compact and efficient, making them a great choice for areas with limited space. The third option is infiltration systems, which include infiltration wells and pipes. Infiltration wells are vertical structures that allow water to seep into the ground, providing natural filtration and recharging groundwater supplies. Infiltration pipes, laid horizontally or slightly inclined underground, distribute treated effluent over a broader area, further filtering it through soil layers.

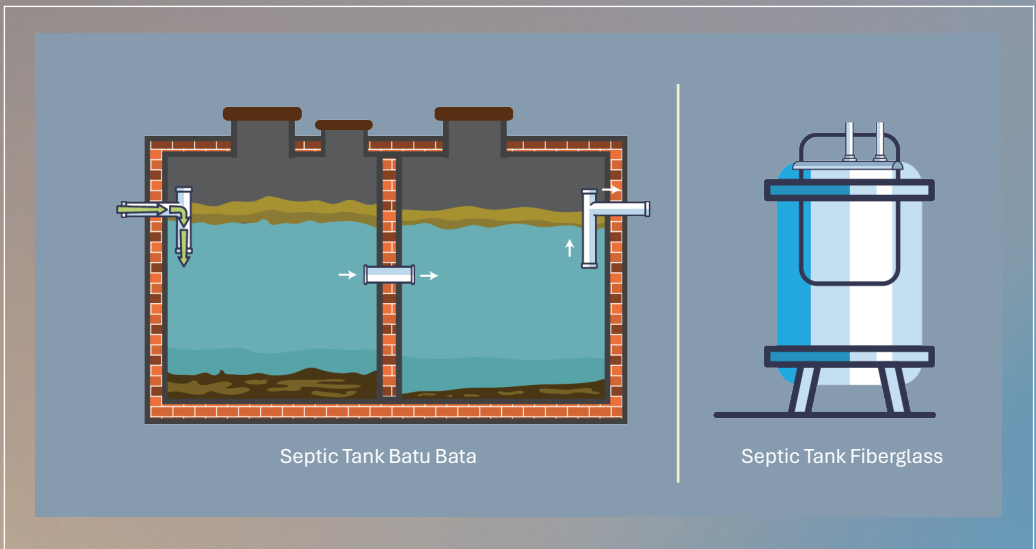
In addition to these methods, you can also consider other options for additional treatment, such as sand filters and advanced treatment units. If you need it, the additional treatments can include technologies capable of producing water that can be recycled, providing a sustainable approach to wastewater management.



Gambar 2.4 Perpipaan Kolam Sanita

Sumber: onsiteinstaller.com

03



**REVOLUSI
PLASTIK DAN
FIBERGLASS**

**PLASTIC AND
FIBERGLASS
REVOLUTION**



Tangki septik Biocomb buatan Indonesia yang terbuat dari bahan fiberglass.

Fiberglass material is used in the Biocomb septic tank manufactured in Indonesia.

Gambar 3.1 Septic Tank Fiberglass Sumber: <https://tokofiberglass.com/>

Tangki septik dulu biasanya dibuat dari batu bata, batu kali, atau beton. Namun, sekarang ada pilihan bahan yang lebih keren untuk tangki septik. Misalnya, *high-density polyethylene* (HDPE), *low-density polyethylene* (LDPE), dan *fiberglass reinforced plastic* (FRP). Berbeda dengan tangki dari batu bata dan beton yang harus dibangun di lokasi, tangki plastik dan fiberglass ini datang dalam bentuk siap pakai langsung dari pabrik.

Tangki septik dari bahan plastik dan fiberglass ini tidak hanya kuat dan tahan karat, tetapi juga sangat ringan. Artinya, tangki ini mudah diangkut dan dipasang sehingga bisa menghemat waktu dan tenaga kerja. Paling menarik, harga tangki plastik dan fiberglass saat ini seringkali lebih murah daripada ongkos membuat tangki septik tradisional sehingga lebih hemat biaya. Lihat tabel berikut untuk perbandingan detail antar bahan pembuatan tangki.

While septic tanks have traditionally been made with materials like bricks and concrete, these days, there are cooler options of materials for septic tanks. Say, high-density polyethylene (HDPE), low-density polyethylene (LDPE), fiberglass reinforced plastic (FRP), among others. Unlike the old-school brick and concrete tanks that you would put together on-site, plastic and fiberglass tanks come ready-made from their production facility.

These new kids on the block are not only tougher and more resistant to corrosion, but they are also way lighter than their brick and concrete cousins. This means they are easy to transport and set up, saving both time and labor. Here is the cherry on top: fiberglass and plastic septic tanks are often cheaper than the old brick and concrete ones, making them a cost-effective choice for many. See the following table for a detailed comparison among tank materials.

Opsi Bahan untuk Tangki Unit Setempat

Materials Options for Onsite Unit Tanks

Bahan Materials	Kelebihan Advantages	Kekurangan Disadvantages
Batu Bata	Tahan lama, ukuran/bentuk dapat disesuaikan, tahan panas	Perlu banyak tenaga kerja untuk konstruksi, rentan bocor
	Durable, customizable size/shape, good thermal mass	Durable, customizable size/shape, good thermal mass
Beton	Tahan lama, ukuran/bentuk dapat disesuaikan, tahan panas	Sangat berat, sulit dan mahal untuk dipasang, berpotensi retak
	Extremely durable, corrosion-resistant, customizable size/shape	Very heavy, difficult and costly to install, potential for cracking
FRP	Kuat, tahan lama, tahan korosi, ringan	Lebih mahal dibandingkan beberapa jenis plastik, rapuh jika salah penanganan
	Strong, durable, corrosion-resistant, lightweight	More expensive than some plastics, brittle if mishandled
HDPE	Tahan lama, tahan bahan kimia, tahan UV, ringan	Kemungkinan berat, kurang fleksibel
	Durable, chemical resistant, UV resistant	Can be heavy, less flexible
LDPE	Ringan, tahan benturan, tahan bahan kimia	Kekuatan lebih rendah, kurang tahan panas
	Lightweight, impact resistant, chemical resistant	Lower strength, less heat resistant
LLDPE	Menggabungkan kekuatan HDPE dengan fleksibilitas LDPE,	Kurang kaku, ketahanan panas sedang
	Combines HDPE strength with LDPE flexibility, cost-effective	Less rigid, moderate heat resistance
XLPE	Kekuatan tinggi dan tahan lama, tahan retak akibat tekanan	Mahal, sulit didaur ulang
	High strength and durability, stress-crack resistant	Expensive, difficult to recycle



Gambar 3.2
Berbagai Jenis Tangki Septik Berdasarkan Material Bahan

Sumber:
corpex.com.my; archiexpo.com; promax.com; agwerks.ca;
biovisi.id; luckypolytank.com

Ringkasnya, jika Anda ingin yang mudah disesuaikan dan berbahan lokal, batu bata mungkin menjadi pilihan terbaik. Jika Anda butuh yang kuat dan tahan lama, pilih beton. Apabila kemudahan pemasangan menjadi prioritas Anda, LDPE atau HDPE bisa menjadi pilihan yang tepat. Apabila Anda mencari kombinasi antara daya tahan dan bobot yang ringan, tangki FRP sulit ditandingi—tetapi perlu diingat bahwa harus hati-hati saat menanganinya. Kalau masih ingin lebih bagus lagi, tangki kombinasi plastik dan fiberglass bisa menjadi solusi, karena menggabungkan keunggulan dari kedua bahan tersebut.

In summary, if you want something customizable and locally sourced. Bricks might be your best bet. If you need something tough and long-lasting, and do not mind the extra weight, go with concrete. If ease of installation is your top priority, LDPE or HDPE is a great option. And if you are looking for a combination of durability and lightweight construction, FRP tanks are hard to beat—just handle them with care. If you still want more benefits, you can go for tanks made from both plastic and fiberglass. These combo tanks blend the best of both materials. Anyway, whatever you choose, a properly installed and maintained septic tank will keep things running smoothly for years to come.



Gambar 3.3 Tangki Septik dengan Dinding Beralir

Sumber: zhterasmaju.com

Beragam Bentuk

Tangki fiberglass dan plastik hadir dalam berbagai bentuk, mulai dari bentuk silinder vertikal dan horizontal hingga bentuk kubah dan bawang, serta tentu saja bentuk klasik seperti kotak sepatu. Semua tangki ini memiliki tepi yang halus (*smooth*) sehingga mengurangi risiko penyumbatan dan titik mati.

Bentuk silinder sangat populer. Tidak hanya enak dilihat, tetapi juga kokoh secara struktural dan tidak mudah retak. Lengkungan tepi yang halus membuat aliran air lebih baik, selain membuat proses pengolahan lebih efektif. Bentuk silinder juga akan mengefisienkan penggunaan ruang dan membuat tangki lebih mudah ditanam.

Versatile In Forms

Fiberglass and plastic tanks come in all sorts of shapes, from vertical and horizontal cylinders to dome- and onion-shaped, and of course the classic shoes box shape. All have smooth edges, reducing the risk of dead-ends and clogs.

The cylindrical shape is very popular. It is not just pleasing to the eye, but also structurally sound, less prone to cracking, standing strong against the pressures from surrounding soil. The smooth curves facilitate better flow dynamics, enhancing the efficiency of treatment processes within the tank. Moreover, this smart design does not just save space; it makes these tanks easier to bury and install, ticking all the right boxes for efficiency and durability.

Beberapa tangki fiberglass dan plastik dibuat dengan dinding yang lurus, sedangkan yang lain memiliki dinding berusuk, beralur, atau bergelombang. Semua desain dinding ini adalah trik cerdas untuk meningkatkan kekuatan tanpa menambah ketebalan dinding tangki. Dengan adanya rusuk, tangki memiliki kekuatan ekstra untuk menahan tekanan dari dalam dan dari tanah atau air sekitar. Bahan tangki akan lebih sedikit sehingga bobotnya berkurang dan tangki akan lebih mudah ditanam. Selain itu, yang tidak kalah penting, tangki-tangki ini juga terlihat lebih bergaya.

Kompartmen Lebih Bervariasi

Penggunaan bahan fiberglass dan plastik telah mengurangi keterbatasan desain unit setempat. Sekarang, unit-unit berbentuk silinder ini hadir dengan berbagai pembagian kompartemen sehingga memungkinkan para insinyur unit setempat untuk lebih kreatif sambil memastikan aliran air dapat terjadi lebih lancar dan proses pengolahan lebih efektif.

Ambil contoh tangki dengan kompartemen konsentris. Tangki ini memiliki cincin di dalam cincin, di mana setiap kompartemen menangani tahapan pengolahan berbeda. Air limbah diterima di kompartemen cincin-luar, di mana sebagian padatan diendapkan. Air limbah kemudian bergerak ke kompartemen cincin-dalam untuk menjalani pengolahan mikrobiologis. Dalam pola yang berbeda, air limbah diterima di kompartemen cincin-dalam untuk menjalani proses sedimentasi sebelum bergerak ke kompartemen cincin-luar.

Some fiberglass and plastic tanks are made with straight walls, others with ribbed, ridged or grooved walls. All of these walls in tanks are not just for show, they are a clever design trick to boost strength without bulking up. By adding ribs, tanks gain extra support to resist pressures from both inside and out, like soil or water when they are buried. This means they can be made with less material, which cuts down on costs and weight, making it easier to move and install. It is a smart way to keep tanks tough and lightweight, all while giving them a bit of a style edge.

Space-Efficient Compartments

Design of onsite wastewater units, making them more versatile than ever. Nowadays, these cylindrical units come with various compartment setups that have really let designers get creative while ensuring smooth flow and effective sedimentation.

Take cylindrical tanks with concentric compartments, for instance. These tanks have rings within rings, each stage handling different parts of the treatment process. Wastewater might start in the outer ring, dealing with the bulk of the solids, before moving inward for microbial treatment. Or it could begin in the inner compartment for primary sedimentation before moving outward. This setup ensures a gradual, efficient treatment process.

Penggunaan fiberglass dan plastik telah mengurangi keterbatasan opsi desain unit setempat.

Design of onsite wastewater units, making them more versatile than ever.



Contoh lainnya, tangki silinder dengan pembagian ruang radial. Artinya, tangki memiliki sekat yang memancar dari pusat dan membentuk irisan. Desain ini membuat air mengalir dengan lancar dari satu kompartemen ke kompartemen berikutnya. Penggabungan desain konsentris dan radial dalam satu tangki juga dimungkinkan. Pola ini akan membuat penggunaan ruang dari suatu tangki akan lebih efisien.

Then there are cylindrical tanks with radial compartments. These feature partitions radiating out from the center, creating wedge-shaped sections. This design allows wastewater to flow smoothly from one compartment to the next, enhancing mixing, aeration, and overall biological treatment. Both radial and concentric designs have their perks. Combining them in one unit maximizes efficiency and space, a trend many modern manufacturers are adopting. These advanced cylindrical tanks are the future of wastewater management, offering effective and compact solutions for sustainable living.

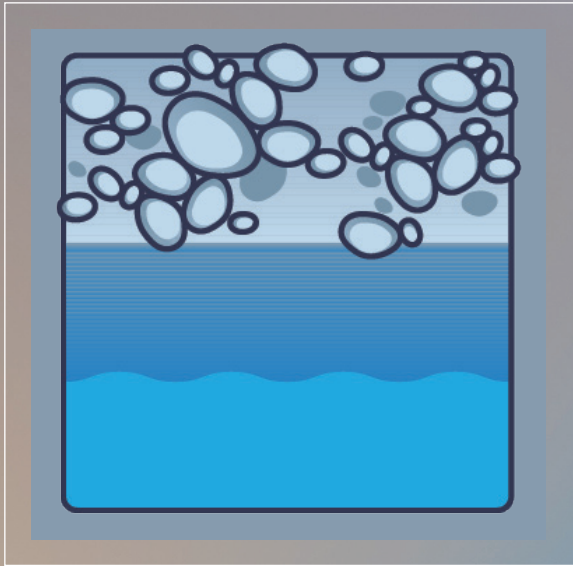


Gambar 3.4 Tangki dengan kompartemen radial dan konsentrik

Sumber: bioproireland.ie

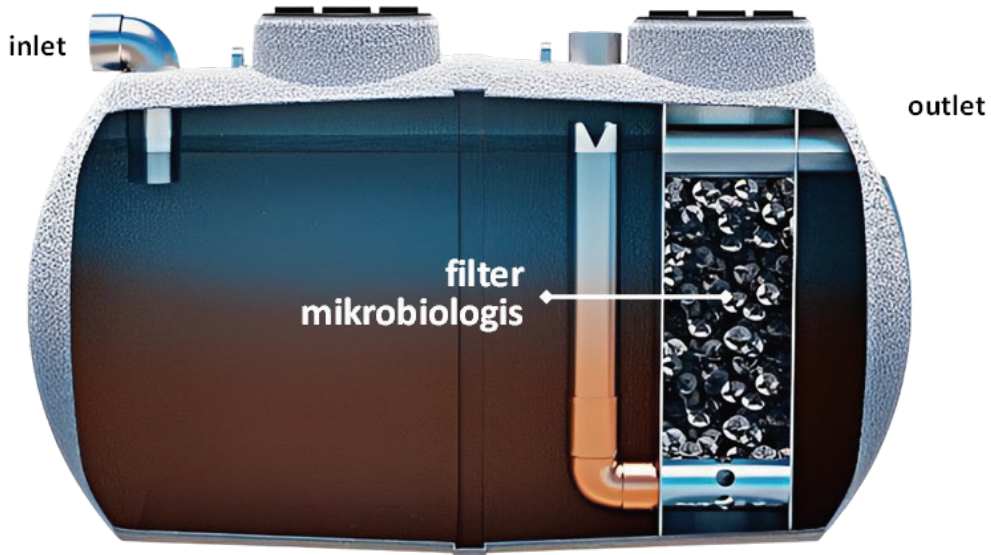
Bab | Chapter

04



**NAIK KELAS
DENGAN
FILTER**

**STEPPING
UP WITH
FILTERS**



Gambar 4.1 Filter Mikrobiologis dalam Septic Tank

Sumber: www.remosa.net/en/septic-tanks-with-filter/

Tangki septik, apa pun bentuknya, jarang sekali menghasilkan efluen yang memenuhi standar buangan air limbah domestik. Untuk mengatasi masalah ini, para insinyur mengembangkan inovasi berupa penambahan filter langsung ke dalam tangki septik. Yang dimaksud bukan hanya filter dengan media tradisional, seperti pasir dan kerikil, tetapi filter dengan media yang dirancang untuk menampung sebanyak-banyaknya mikroba yang akan menguraikan polutan organik. Penambahan filter juga akan membantu tangki septik menyaring lebih banyak padatan.

Filter Mikrobiologis

Filter mikrobiologis, atau juga umum disebut biofilter, menggunakan media, seperti tanah liat, keramik, atau cincin plastik yang memiliki bidang permukaan luas sehingga menciptakan ruang yang ideal bagi komunitas mikroba untuk melekat

Septic tanks, regardless of their design or shape, often struggle to produce effluent that meets the quality standards for domestic wastewater. To tackle this issue, engineers have introduced a clever innovation: adding filters directly into septic tanks. And we are not just talking about traditional physical media filters here, but also those designed and made to boost microbial organics breakdown. This tweak adds extra layers of treatment, ramping up the system's power to break down organic matter, trap solids, and cut down on nutrient levels.

Microbial Filters

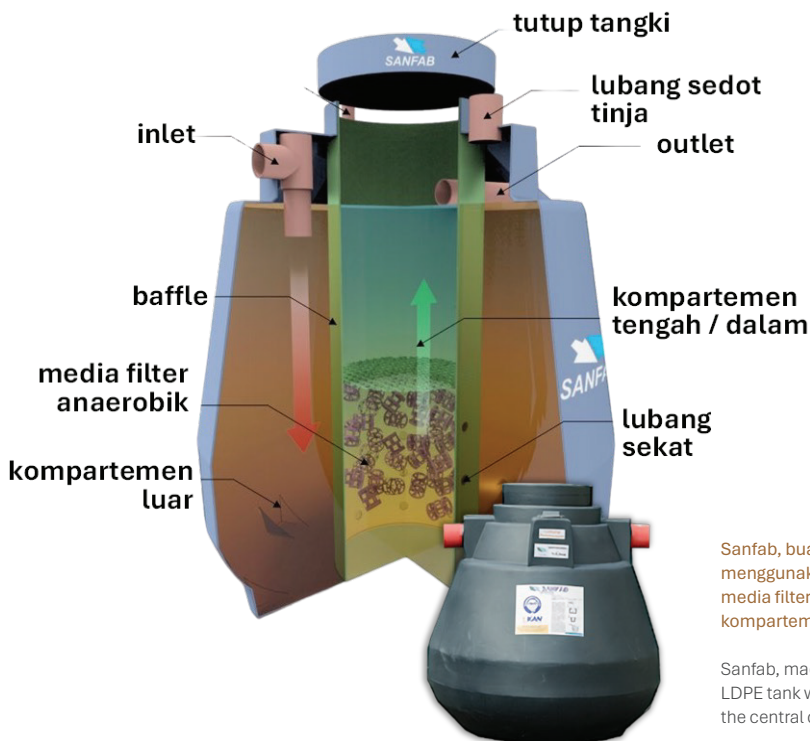
These filters use media of clay, ceramics, natural fibers, or specially engineered plastic rings, which offer a large surface area for microbial communities to grow and thrive. Here's how it works: organic-containing wastewater enters the bottom of the

dan berkembang. Saat air limbah yang mengandung polutan organik mengalir melalui biofilter, mikroba yang melekat di permukaan medianya akan menangkap dan mengurai polutan tersebut, lalu mengubahnya menjadi zat yang lebih sederhana dan kurang berbahaya.

Biofilter banyak diletakkan di kompartemen terakhir sebagai bagian dari suatu tangki septik. Namun demikian, filter dapat dibuat sebagai unit tersendiri. Selain memberikan fleksibilitas lebih dalam desain sistem air limbah, unit biofilter terpisah akan membuat perawatannya menjadi lebih mudah.

compartment and flows upward through the filter media. This allows the microorganisms within the media to effectively break down the organics as they pass through, converting them into simpler, less harmful substances through microbial processes.

Many incorporate these filters in the final compartment of a septic tank, enhancing the treatment process right within the existing system. Alternatively, you can install the upflow filter as a standalone unit, separate from the main septic tank. This setup complies with the Indonesian National Standard and offers greater flexibility in system design. A standalone unit is easier to maintain, making it a convenient and efficient option for wastewater management.

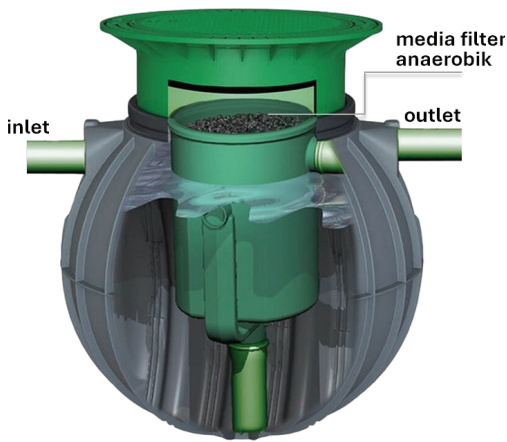


Sanfab, buatan Indonesia, menggunakan tangki LDPE dengan media filter yang ditempatkan di kompartemen tengah.

Sanfab, made in Indonesia, features an LDPE tank with the filter media placed in the central compartment.

Gambar 4.2 Sanfab, buatan Indonesia

Sumber: <https://www.biosanmandiri.com/>



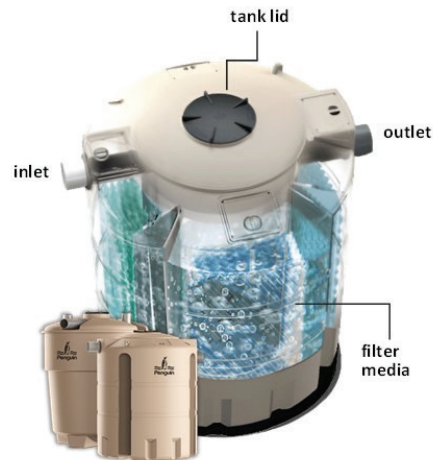
Gambar 4.3 Tangki Anaerobix Saphir dari Graf, Jerman

Sumber: latiendadeljardin.com/

Tangki Anaerobix Saphir dari Graf, Jerman, dilengkapi filter mikrobiologis di kompartemen tengahnya. Terbuat dari HDPE dan tersedia dalam ukuran 600 L, 900 L, dan 1.200 L.

The Anaerobix Saphir tank by Graf of Germany is a septic tank with an advanced biological filter in the middle compartment. Made from HDPE and comes in 600 L, 900 L, and 1,200 L sizes.

Tangki septik biofilter dari plastik atau fiberglass saat ini sangat populer di Indonesia. Inti dari biofilter adalah lapisan filter yang penuh dengan kehidupan mikroba di dalam tangki. Aliran melintas lapisan filter dibuat cukup lambat untuk memastikan air limbah tersebar merata melalui media filter dan memiliki cukup waktu untuk berinteraksi dengan mikroba. Aliran yang lambat dan stabil ini tidak hanya lebih efektif dalam menjebak polutan, tetapi juga menghindari penyumbatan dan pembentukan *dead spots*.



Gambar 4.4 Biorotech, buatan Pioneer dari Indonesia

Sumber: <https://penguin.id>

Biorotech, buatan Pioneer dari Indonesia, tersedia dalam ukuran 1.000 L, 1.500 L, dan 2.000 L dengan tangki HDPE, di mana media filter PrismaCell ditempatkan di kompartemen luar.

Biorotech, manufactured by Pioneer in Indonesia, is available in 1,000 L, 1,500 L, and 2,000 L sizes. It features an HDPE tank, with PrismaCell filter media placed in the outer compartment.

Plastic or fiberglass biofilter septic tanks have become incredibly popular in Indonesia recently. At the heart of a biofilter is a filter bed bustling with microbial life in the inner compartment. Many of these biofilters feature an upflow design where the wastewater enters at the bottom and moves upward. The flow is kept slow enough to make sure the wastewater spreads out evenly through the filter media, giving it plenty of time to mingle with the microbes. This slow and steady approach not only traps solids better but also avoid the clogs and dead spots you might see in other systems that flow downward

Karena menggunakan bahan plastik atau fiberglass, bentuk tangki septik biofilter juga beragam, tidak terbatas pada tabung vertikal saja. Banyak tangki yang dibuat horizontal memanjang, baik tabung atau persegi. Tangki biofilter berbentuk bola dan bawang juga mudah dijumpai di pasar.

Plastic or fiberglass biofilters are not just stuck in one shape, you will see them in all sorts of setups, not just the usual tall cylinders. Many are stretched out horizontally, shaped like long tubes or even rectangles, fitting wherever they need to without a fuss. The main idea is the same though: the last compartment is packed with a filtering layer that does the microbial work. A close-up of a water filter

Mengenai bagaimana aliran air melewati filter-filter ini, Anda dapat menjumpai berbagai pola. Ada aliran ke atas (*upflow*), yang baik untuk membuat air limbah tersebar merata dan gas keluar dengan lancar. Ada juga aliran ke bawah (*downflow*), selain aliran horizontal yang cocok jika Anda tidak punya ruang vertikal yang banyak untuk unit setempat Anda.

As for how everything flows through these filters, you have options. There is the upward flow, which is great for making sure everything gets evenly spread out and helps any gases escape smoothly super handy for those anaerobic processes. And while it is not as common, some setups go with a horizontal flow, which is perfect when you are tight on vertical space but still need a solid setup.

Tambah Filter Lain

Merasa lapisan biofilter saja belum cukup, beberapa pabrikan tangki septik menambahkan lapisan media lain untuk lebih memperbaiki kualitas efluen. Termasuk di antaranya lapisan pasir silika dan karbon aktif. Setelah media biofilter menangkap padatan dan menguraikan polutan organik, lapisan filter silika akan menyaring partikel halus yang terlewat. Dengan demikian, kandungan padatan tersuspensi akan jauh berkurang dan efluen unit setempat menjadi lebih jernih.

Add More Filters

It is not enough to just have a biological media bed; some prefabricated septic tanks go the extra mile by including additional layers of media to further improve effluent quality. These layers might include silica and activated carbon. After the biomedica catches particles and breaks down organics, the silica filter layer takes over. Silica is particularly effective at filtering out finer solids that the biological media might miss, giving the water a more refined polish. This step ensures that any remaining suspended particles are captured, improving the clarity and quality of the effluent.

Terakhir, air limbah akan berhadapan dengan filter karbon aktif. Karbon aktif terkenal dengan sifat adsorpsinya, yang membuatnya sangat efektif dalam menghilangkan bau, warna, dan sisa-sisa polutan organik. Langkah penyaringan ini ibarat sentuhan akhir, memastikan bahwa air limbah yang sudah diolah tidak hanya jernih, tetapi juga bebas dari bau yang tidak sedap atau jejak polutan organik.

Finally, the activated carbon layer comes into play. They are well-known for their adsorption properties, making it excellent at removing odors, colors, and any remaining organic residues. This final filtration step is like a finishing touch, ensuring that the treated wastewater is not only clear but also free from any unpleasant smells or traces of organic compounds.



Biovisi, buatan Indonesia, memiliki tujuh lapisan media filter termasuk pasir, ijuk, dan karbon aktif. Tangki ini tersedia dalam ukuran 800 L, 1.000 L, dan 2.000 L dengan bahan tangki LLDPE.

Biovisi, made in Indonesia, with seven layers of filter media including sand, palm sugar fiber, and activated carbon, comes in 800 L, 1,000 L, and 2,000 L LLDPE tanks.

Gambar 4.5 Biovisi, buatan Indonesia

Sumber: www.tangkibioseptik.com

Beragam Media Filter

Meet the Media

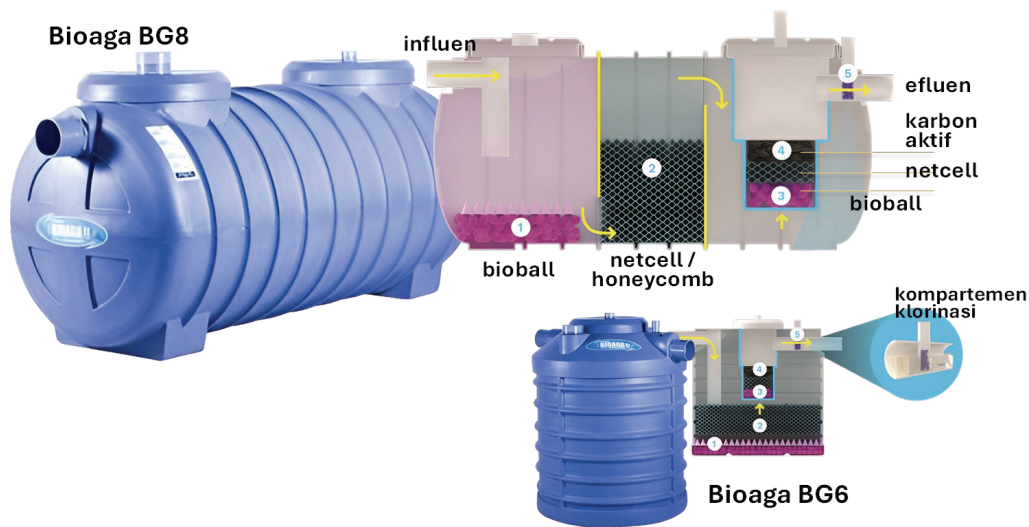


Saat ini, ada banyak pilihan media biofilter, mulai dari bahan alami, seperti sabut kelapa, ijuk, dan kerikil hingga opsi bahan sintetis seperti pelet tanah liat, media tekstil, bahkan potongan botol plastik. Masing-masing punya kelebihan dan kekurangannya sendiri. Ijuk, misalnya, punya luas permukaan yang tinggi, tetapi harus sering diganti karena mudah terurai. Kerikil, meskipun tahan lama, tetapi mudah tersumbat sehingga butuh perawatan lebih.

Media bola plastik (*bioballs*) dan cincin plastik praktis digunakan dan menyediakan ruang luas untuk mikroba tumbuh, tetapi seringkali mudah hanyut. Media plastik berstruktur, misalnya *honeycomb*, tidak hanya memiliki luas permukaan yang sangat luas, tetapi juga mampu memperbaiki aliran air limbah. Pelet tanah liat yang ringan dan berpori mampu memaksimalkan penguraian mikrobiologis karena mampu membuat air limbah tertahan lebih lama. Sayangnya, pelet tanah liat rentan retak. Media tekstil memiliki kemampuan yang baik untuk menyaring partikel halus. Potongan botol plastik merupakan opsi yang hemat biaya, karena memanfaatkan botol plastik bekas, tetapi pembuatannya tidak selalu praktis. Ada juga bola keramik, yang disenangi karena porositas dan stabilitas kimianya, tetapi bola ini lebih mahal, lebih berat, dan agak lebih rapuh dibanding media lainnya.

The market offers a variety of biofilter media, ranging from natural materials like coconut husk to gravel, synthetic options, and innovative materials like expanded clay pellets, textile media, and even crushed plastic bottles, each with its own set of pros and cons. Sugar palm fiber (ijuk, in Bahasa Indonesia), while offering a high surface area, needs frequent replacements as it decomposes. Gravel, though durable and also rich in surface area, can clog and require more maintenance. Plastic balls and rings are user-friendly and provide ample space for microbial growth.

For those looking for cutting-edge technology, structured plastic media not only provides excellent microbial attachment space but also improves wastewater flow, enhancing treatment efficiency in compact spaces. Expanded clay pellets add another dimension with their lightweight and porous nature, making them ideal for promoting effective microbial activity while ensuring good water retention and flow. Textile media, known for their high surface area and excellent biofilm support, are particularly effective in wastewater treatment applications where fine filtration and robust microbial activity are needed. Crushed plastic bottles offer a sustainable and cost-effective option, utilizing recycled materials that provide a decent surface area for microbial colonization. Ceramic balls are another option, praised for their porosity and chemical stability; however, they are more expensive, heavier, and brittle compared to other media.



Gambar 4.7 Bioaga BG8, buatan Indonesia

Sumber: <https://bioaga.id/>

Bioaga BG8, buatan Indonesia, adalah unit LLDPE berkapasitas 1.200 L yang dirancang untuk delapan orang. Unit berbentuk tabung horizontal ini memiliki lima lapisan media filter, termasuk bioball plastik, honeycomb (Netcell), dan karbon aktif, serta dilengkapi kompartemen kecil untuk tempat tablet klorinasi. Sementara itu, Bioaga BG6 yang dirancang untuk lima orang, memiliki bentuk silinder vertikal.

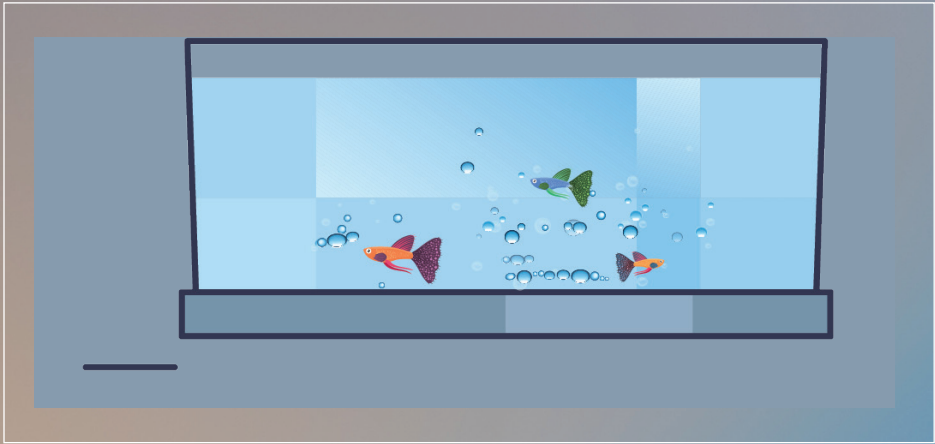
Bioaga BG8, made in Indonesia, is a 1,200 L LLDPE unit designed for up to eight people, featuring a horizontal cylinder shape. This unit has five layers of filter media, including plastic bioball, honeycomb (Netcell), and activated carbon, along with a small compartment for chlorination tablets. In contrast, the Bioaga BG6, designed for up to five people, has a vertical cylinder shape, offering an efficient solution for smaller households.

Dengan lapisan filter tambahan, tidak mengherankan jika efluen dari unit pengolahan ini akan memenuhi standar kualitas air limbah domestik, apalagi jika ditambahkan proses desinfeksi di akhir. Langkah-langkah ekstra ini tidak hanya meningkatkan efektivitas proses pengolahan, tetapi juga membuat tetangga lebih tenang karena unit setempat Anda akan melepaskan air hasil olahan yang selalu bersih dan aman. Jangan terkejut jika Anda akan dinobatkan sebagai duta sanitasi di lingkungan Anda!

With an additional filter layer, it is no surprise that the effluent from this treatment unit will meet domestic wastewater quality standards—especially if a disinfection process is added at the end. These extra steps not only enhance treatment effectiveness but also bring peace of mind to your neighbors, as your local unit will consistently release clean and safely treated water. Don't be surprised if you end up being recognized as the neighborhood's sanitation ambassador!

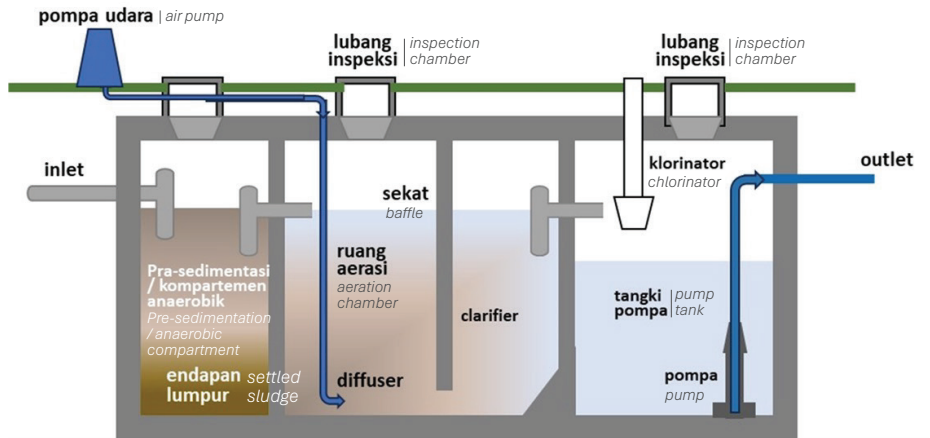
Bab | Chapter

05



**BERI UDARA,
BIARKAN
MEREKA
LARI!**

**GIVE AIR,
LET THEM
FLY**



Gambar 5.1 Diagram tipikal dari jenis unit setempat yang menggunakan proses anaerobik dan proses aerobik, terdiri dari empat kompartemen yang terintegrasi dalam satu unit.

Diagram tipikal dari jenis unit setempat yang menggunakan proses anaerobik dan proses aerobik, terdiri dari empat kompartemen yang terintegrasi dalam satu unit.

Typical diagram of a type of onsite anaerobic-aerobic unit consisting of four compartments integrated into one unit.

Menyadari kelemahan sistem anaerobik, para insinyur kemudian memperkenalkan proses mikrobiologis aerobik ke dalam unit setempat. Udara diinjeksikan atau disebarkan ke air limbah di dalam tangki, mirip seperti Anda memberi udara ke akuarium Anda. Perlu dicatat bahwa proses aerobik lebih cepat dalam mengurai polutan organik dibandingkan proses anaerobik sehingga mampu menangani air limbah yang lebih banyak. Selain itu, baunya juga lebih sedikit dan lebih ramah terhadap iklim.

Meskipun banyak manfaat, unit pengolahan setempat aerobik ini belum banyak digunakan di Indonesia. Mungkin karena harganya yang mahal—dapat mencapai 30 juta IDR untuk ukuran rumah tangga. Selain itu, unit ini membutuhkan pasokan listrik sekitar 50–100 Watt, yang meskipun kecil, tetap akan menambah tagihan listrik Anda. Unit ini juga memerlukan perawatan rutin, pemeriksaan, dan penyetelan, serta seperti unit pengolahan lainnya, tetap membutuhkan pengurasan lumpur tinja secara berkala.

Recognizing the shortcomings of anaerobic systems, the engineers then introduce aerobic microbiological processes into onsite units. Air is injected or diffused into the wastewater within the tank, much like you would aerate your aquarium. It is worth mentioning that aerobic processes typically break down organic pollutants faster than anaerobic ones and can handle higher loads of domestic wastewater. They smell less and are safer for the climate.

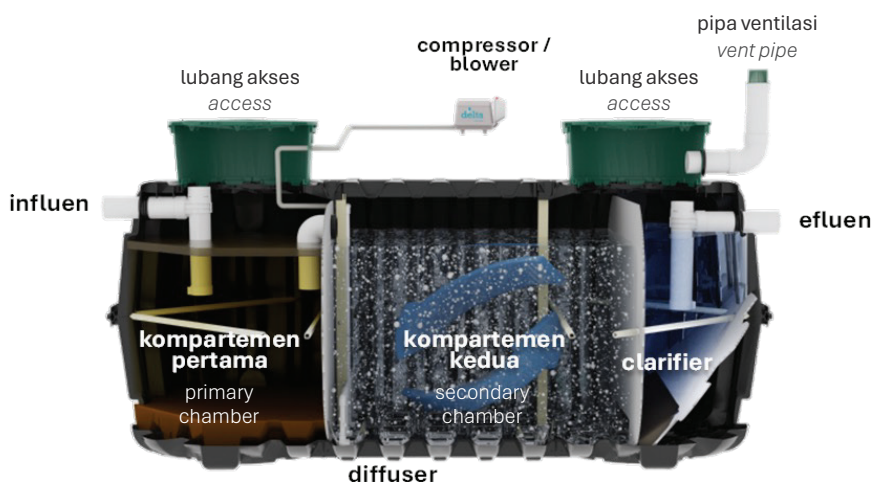
Despite their benefits, these fancy onsite units are not yet widely used in households, possibly due to their higher cost—up to 30 million IDR for an average household size. They also require a steady supply of electricity, about 50–100 Watts, which, despite being small, will increase your electricity bill. Moreover, they demand regular maintenance, checks, and adjustments and, just like other onsite units, they also require frequent removal of accumulated sludge.

Gabungan Dua Dunia

Biasanya, unit setempat yang menggunakan proses aerobik memiliki empat kompartemen. Udara diinjeksikan ke dalam kompartemen kedua, sementara kompartemen pertama disediakan untuk mengakomodasi proses anaerobik dan pra-sedimentasi. Setelah aerasi, air limbah bergerak ke kompartemen ketiga di mana padatan mikrobiologis akan mengendap. Terakhir, air yang sebagian besar sudah bebas dari polutan organik dikumpulkan di kompartemen terakhir untuk dipompa keluar. Beberapa produsen merancang unit anaerobik-aerobik ini sebagai satu tangki terintegrasi, sementara yang lain lebih suka membuatnya sebagai dua tangki terpisah.

Combining Both Worlds

Typically, onsite units using aerobic processes are set up in four compartments. Air is injected into the second compartment, while the first compartment allows for anaerobic processes and initial sedimentation to occur. After aeration, the wastewater moves to the third compartment where microbial solids can settle. Lastly, the water, now mostly free of organic contaminants, is collected in the final compartment to be pumped out. Some manufacturers design these hybrid units as a single integrated tank, while many others prefer to create them as separate tanks.



Gambar 5.2 ENVIRO-AIRE, buatan Infiltrator Technologies dari Amerika Serikat

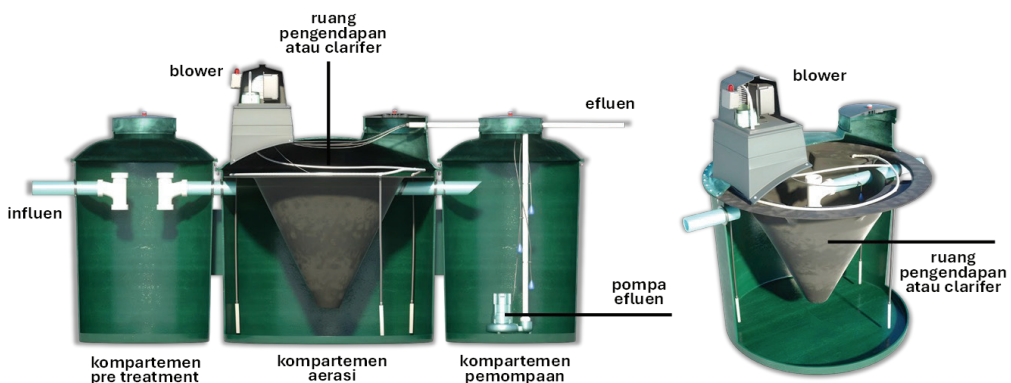
Sumber: <https://www.infiltratorwater.com/>

ENVIRO-AIRE, buatan Infiltrator Technologies dari Amerika Serikat, menggunakan tangki HDPE dengan tiga kompartemen, termasuk kompartemen sekunder (aerobik) terintegrasi. Unit hibrida ini tersedia dalam ukuran 500, 600, 750, dan 1.000 galon per hari.

ENVIRO-AIRE, made by Infiltrator Technologies of USA, uses 3-chambers HDPE tank, including the secondary (aerobic) chamber, integrated. The hybrid unit comes in the size of 500, 600, 750, and 1,000 gallons per day.

Harap dipahami bahwa dengan susunan tiga atau empat kompartemen ini, kondisi “septik” hanya terjadi di kompartemen pertama saja. Jadi, lebih tepat jika Anda menyebut unit demikian sebagai unit hibrida anaerobik-aerobik setempat. Menyebutnya sebagai “tangki septik” tidak sepenuhnya akurat, dan bahkan lebih keliru jika Anda menyebutnya “tangki septik aerobik”.

Please understand that with this three- or four-stage setup, truly "septic" conditions are confined to just the first compartment. So, it's more accurate for you to call them hybrid anaerobic-aerobic onsite units. Calling them "septic tanks" does not quite cut it, and even more off the mark if you are labeling them "aerobic septic tanks".



Gambar 5.3 Hydro-Action, buatan Amerika Serikat

Sumber: <https://hydro-action.com/>

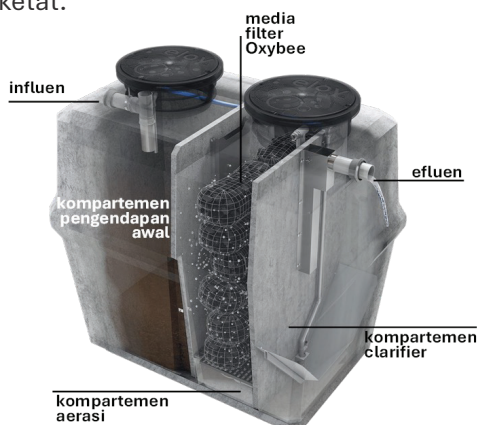
Hydro-Action, buatan Amerika Serikat, adalah unit pengolahan air limbah hibrida setempat yang terdiri dari tiga tangki HDPE yang terpisah. Setelah melewati tangki pre-treatment, air limbah masuk ke dalam tangki aerasi, di mana diffuser akan menambahkan oksigen. Air limbah yang sudah teroksigenasi kemudian mengalir ke dalam kompartemen klarifikasi berbentuk kerucut, yang memisahkan padatan yang tersisa. Padatan ini mengendap dan kembali ke tangki aerasi untuk pengolahan lebih lanjut. Efluen yang sudah bebas dari padatan kemudian masuk ke tangki terakhir sebelum dipompa keluar.

Hydro-Action, manufactured in the United States, is a hybrid on-site treatment unit consisting of three HDPE tanks. After passing through the pre-treatment tank, wastewater enters the aeration tank, where a diffuser injects oxygen. The oxygenated wastewater then flows into a cone-shaped clarification compartment, allowing solids to settle. The settled solids are returned to the aeration tank for further treatment. The effluent, now free of solids, moves into the final tank before being pumped out.

Diperkuat Media Filter

Banyak unit hibrida setempat meningkatkan kemampuannya dengan menambahkan media filter di kompartemen aerasi. Hal ini dilakukan tentu untuk menambah intensitas penguraian polutan organik. Unit hibrida ini menggabungkan berbagai proses terbaik: anaerobik, aerobik tersuspensi, aerobik melekat, dan sedimentasi fisik—semuanya dalam satu sistem. Semua fitur ini bisa disusun dalam satu tangki mandiri atau dalam serangkaian tangki terpisah.

Dengan fitur-fitur tersebut, unit setempat ini mampu menghasilkan efluen berkualitas tinggi, yang cukup aman untuk dilepas ke lingkungan atau digunakan kembali untuk irigasi. Beberapa unit hibrida, bahkan mengklaim mampu menghasilkan efluen dengan BOD dan TSS serendah 10 mg/L. Selain itu, unit ini hampir tidak menghasilkan gas sulfida yang bau seperti yang terjadi pada proses anaerobik. Hal inilah yang membuatnya sangat cocok untuk digunakan di area perumahan dan area komersial yang syarat dan standar lingkungannya lebih ketat.



Gambar 5.4 Oxyfix dari Eloy, Belgia

Sumber: www.elaywater.com

Adding Filter Media

Many hybrids onsite units boost their performance by incorporating filter media right where the aeration happens, helping break down organics even more effectively. These hybrid units combine the best of all worlds: anaerobic, suspended aerobic, attached aerobics, and physical sedimentation processes all rolled into one. Again, all of this can be arranged in a single standalone tank or in a series of separate tanks.

Thanks to these features, these onsite units can produce really quality effluent, safe enough to be let out into sensitive environments or reused for irrigation. Some hybrid onsite units claim they can produce effluent with BOD5 and TSS as low as 10 mg/L. Plus, they hardly produce any of those stinky sulfide gases that you get with anaerobic processes. That is why they are a perfect fit for both residential and commercial spots that need to meet strict environmental standards.

Oxyfix dari Eloy, Belgia, adalah unit pengolahan anaerobik-aerobik terintegrasi berbahan HDPE. Udara ditiupkan ke dalam ruang aerasi oleh kompresor dan diffuser gelembung halus. Ruang aerasi dilengkapi biofilter Oxybee® yang berbentuk sarang lebah dan terbuat dari plastik daur ulang (PP, PE). Dengan luas permukaan media yang tinggi (200 m²/m³), biofilm akan berkembang maksimal tanpa risiko tersumbat.

Oxyfix by Eloy of Belgium is an integrated HDPE onsite anaerobic-aerobic unit. Air is blown in by a compressor and fine bubble diffusers in the aeration chamber that also equipped with Oxybee® biofilter. The Oxybee®, shaped like a honeycomb, is made by recycled plastic (PP, PE). Its high surface area (200m²/m³) allows for maximum biofilm development with no risk of clogging.

Fleksibilitas sistem hibrida membuatnya cocok untuk dipakai di berbagai skala operasi, mulai dari instalasi kecil di rumah tangga hingga aplikasi komersial yang lebih besar. Dengan menggabungkan berbagai proses pengolahan secara efektif, unit-unit ini memastikan pengurangan polutan yang menyeluruh sehingga melindungi badan air dan tanah dari pencemaran.

Selain itu, unit setempat hibrida sering kali dilengkapi dengan fitur-fitur, seperti akses perawatan yang mudah, sistem kontrol otomatis, dan komponen yang hemat energi.

The versatility of hybrid systems makes them adaptable to various scales of operation, from small residential setups to larger commercial applications. By effectively integrating different treatment processes, these units ensure comprehensive waste breakdown and nutrient removal, thus protecting local water bodies and soil from contamination.

Furthermore, the advanced design of hybrid onsite units often includes features like easy maintenance access, automated control systems, and energy-efficient components.



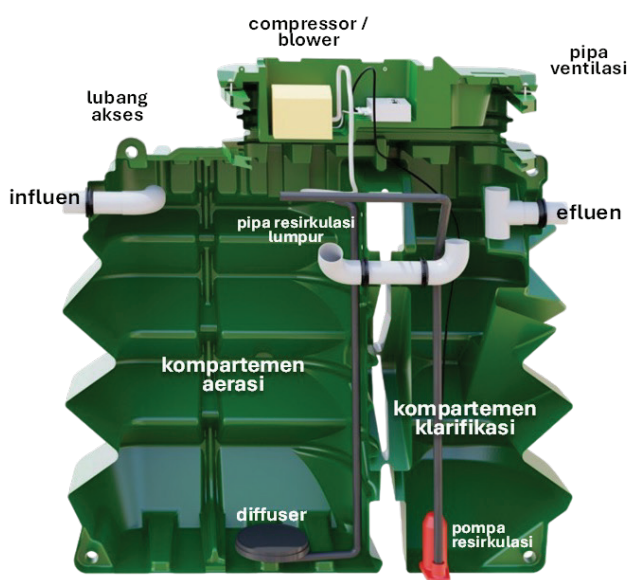
Gambar 5.5 Biopal dari Palija Sumber: paljaya.com

Biopal dari Palija, DKI Jakarta adalah unit hibrida yang dilengkapi media filter khusus di kedua kompartemen anaerobik dan aerobik. Unit ini menggunakan blower 18 watt untuk mengaerasi kompartemen aerobik. Seluruh sistem ini dikemas secara kompak dalam tangki fiberglass yang kokoh dengan volume 1,25 m³.

Memang Butuh Listrik Power Play

Unit setempat aerobik memerlukan listrik, khususnya untuk aerasi dan terkadang untuk pemompaan efluen. Konsumsi listrik unit-unit ini tentu saja bergantung pada beberapa faktor, termasuk kapasitas unit, pola operasi yang terus-menerus atau *intermittent*, dan tingkat efisiensi alat mekanisnya. Kompresor udara atau blower biasanya menggunakan sekitar lima puluh watt dan berjalan terus-menerus untuk menjaga kadar oksigen tetap optimal. Sementara itu, pompa efluen membutuhkan tambahan 50 hingga 150 watt, walau operasinya hanya sesaat-sesaat sesuai kebutuhan pemompaan.

Onsite aerobic units need power, specifically electricity, and when we talk about their energy use, it is crucial to consider both the aeration system and any extra components like effluent pumps. The total energy consumption of these units of course depends on several factors, including the size of the unit, whether it runs continuously or intermittently, and the efficiency of its components. Air compressors or blowers for aeration typically use around fifty watts and run continuously to keep the oxygen levels just right. Meanwhile, an effluent pump may use an extra 50 to 150 watts, and run intermittently based on the unit's actual needs.



Gambar 5.6 NG4 Avenir micro-station, buatan Innoclair dari Prancis

Sumber: www.innoclair.fr/

NG4 Avenir micro-station, buatan Innoclair dari Prancis, menerapkan prinsip “lumpur aktif” dengan dua kompartemen, yaitu kompartemen aerasi dan kompartemen klarifikasi. Unit setempat ini tidak memerlukan tangki septik sebelumnya.

The NG4 Avenir micro-station, manufactured by Innoclair from France, applies the “activated sludge” principle with two compartments: an aeration compartment and a clarification compartment. This onsite unit does not require a preceding septic tank.

Sebelum Anda memutuskan untuk menggunakan unit setempat aerobik, mari kita perkirakan biaya yang mungkin Anda keluarkan. *Blower* 40 watt yang berjalan terus-menerus (24/7) akan mengonsumsi sekitar 30 kWh per bulan. Jika Anda juga memiliki pompa efluen 100 watt yang beroperasi selama 4 jam setiap hari, ini akan menambah sekitar 12 kWh ke konsumsi listrik bulanan Anda. Dengan demikian, secara total, Anda akan menggunakan 42 kWh setiap bulan untuk unit setempat aerobik. Jika tarif listrik adalah Rp1.500 per kWh maka rekening listrik bulan Anda akan bertambah sekitar Rp63.000. Tidak banyak, namun tetap harus Anda jadikan bahan pertimbangan.

Anda dapat mempertimbangkan penggunaan tenaga surya jika Anda ingin melepas ketergantungan pada jaringan listrik nasional. Tenaga surya semakin populer dari waktu ke waktu karena dianggap menawarkan solusi yang hemat biaya. Apalagi teknologi panel surya saat ini sudah semakin baik sehingga pasti dapat menghasilkan listrik sebanyak yang Anda butuhkan.

Penggunaan tenaga surya memungkinkan unit setempat aerobik untuk dapat digunakan di lokasi terpencil atau di luar jaringan listrik. Selain itu, para pegiat iklim pasti akan tersenyum lebar kepada Anda karena Anda sudah turut mengurangi emisi gas rumah kaca!

If you decide to use an aerobic unit, let's estimate the additional expenses you might incur. A 40-watt blower running continuously (24/7) will consume approximately 30 kWh per month. If you also have a 100-watt effluent pump operating for 4 hours each day, this will add around 12 kWh to your monthly electricity consumption. In total, you will be using about 42 kWh each month. Say, the electricity rate in Indonesia is 1,500 Rupiah per kWh, this would translate to an additional cost of 63,000 Rupiah per month. Keep in mind that actual costs may vary based on local electricity rates.

Use solar power if you want to avoid relying on the national electricity grid. Solar energy is increasingly favored today as it offers a cost-effective solution. With solar power, you can operate local aerobic units in remote areas.

Using solar power allows aerobic treatment units to be used in remote or off-grid locations. Plus, climate activists will be smiling at you because you are helping reduce greenhouse gas emissions!



Gambar 5.7 Panel Surya untuk Pengolahan Air Limbah

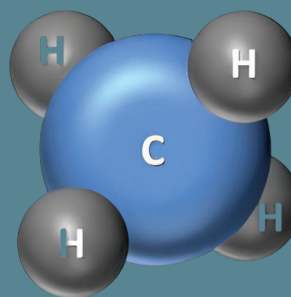
Sumber: waterlandtechnologies.com

Panel surya digunakan untuk modul pengolahan air limbah, seperti unit Miracell yang diproduksi perusahaan Miranda dari Texas, Amerika Serikat. Panel ini memungkinkan modul pengolahan digunakan di daerah terpencil yang akses listriknya terbatas.

Solar panels are used to operate the wastewater treatment module, as demonstrated by the Miracell unit produced by Miranda, a company based in Texas, USA. These panels enable the treatment module to be utilized in remote areas with limited access to power.

Lebih Sedikit Gas Rumah Kaca

Less Greenhouse Gases



Gambar 5.8 Gas Methane

Sumber: vuahoachat.com

Unit pengolahan air limbah setempat ternyata merupakan penyumbang signifikan emisi gas rumah kaca (GRK), khususnya gas metana (CH_4), karbon dioksida (CO_2), dan dinitrogen oksida (N_2O). Hal ini terutama berlaku untuk tangki septik dan unit anaerobik lainnya. Emisi metana yang dihasilkan dapat mencapai sekitar 1,2–2,3 kg metana per orang setiap tahunnya. Metana adalah GRK yang sangat kuat, dengan potensi pemanasan global yang jauh lebih besar dibandingkan karbon dioksida. Sementara itu, unit pengolahan aerobik menawarkan alternatif yang lebih ramah iklim karena sistem ini mengubah limbah menjadi karbon dioksida dan air. Sistem aerobik diperkirakan dapat mengurangi emisi GRK secara keseluruhan hingga 90% dibandingkan sistem anaerobik tradisional, terutama karena pengurangan signifikan dalam produksi metana.

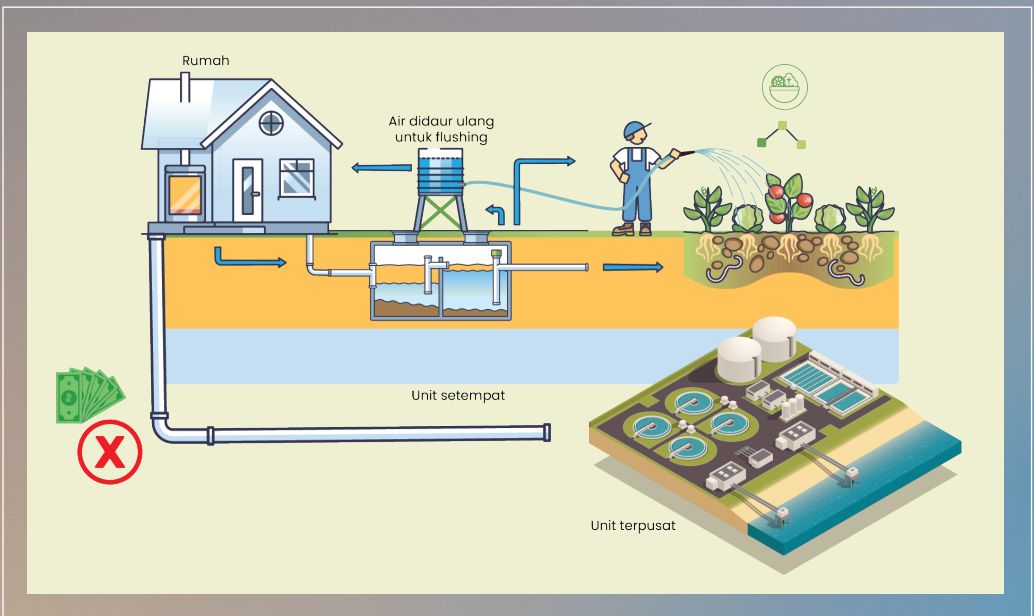
Keramanan sistem aerobik terhadap iklim masih perlu Anda cermati. Sistem ini memerlukan pasokan listrik yang konstan untuk kebutuhan aerasi. Emisi karbon dioksida dapat meningkat jika listrik yang digunakan berasal dari bahan bakar fosil. Meskipun demikian, emisi GRK keseluruhan dari sistem aerobik biasanya lebih rendah dibandingkan dengan sistem anaerobik. Pengurangan substansial dalam emisi metana membuat sistem aerobik menjadi pilihan yang lebih ramah iklim, apalagi jika Anda menggunakan panel surya untuk menjalankan proses aerasi. Integrasi energi terbarukan ini dapat semakin meminimalkan jejak karbon dari unit pengolahan aerobik, menjadikannya opsi yang layak untuk mengurangi dampak iklim dari pengolahan air limbah setempat, terutama di daerah terpencil di mana sumber daya listrik tradisional sulit ditemukan.

Onsite wastewater units, while crucial for managing domestic wastewater, can also be significant contributors to greenhouse gas (GHG) emissions, including methane (CH_4), carbon dioxide (CO_2), and nitrous oxide (N_2O). This is particularly true for septic tanks and other anaerobic treatment units, which operate without oxygen and thus produce substantial methane emissions—estimated to range from 1.2 to 2.3 kg of methane per person annually. Methane is a potent GHG, with a global warming potential many times greater than that of carbon dioxide, making anaerobic systems a notable source of climate-impacting emissions. In contrast, aerobic treatment units offer a more climate friendly alternative. These systems convert waste into carbon dioxide and water, significantly reducing methane emissions compared to anaerobic systems. Despite this, aerobic systems are estimated to reduce overall GHG emissions by up to 90% compared to traditional anaerobic systems, largely due to the significant reduction in methane production.

However, the benefits of aerobic systems come with certain trade-offs. These systems require a constant power supply to maintain aeration, leading to increased carbon dioxide emissions if the electricity used is generated from fossil fuels. Despite this, the overall GHG emissions from aerobic systems are typically lower than those from anaerobic systems. The substantial reduction in methane emissions makes aerobic systems a more climate-friendly option, particularly when renewable energy sources, like solar panels, are used to power the aeration process. This integration of renewable energy can further minimize the carbon footprint of aerobic treatment units, making them a viable option for reducing the environmental impact of onsite wastewater treatment, especially in remote areas where traditional power sources are scarce.

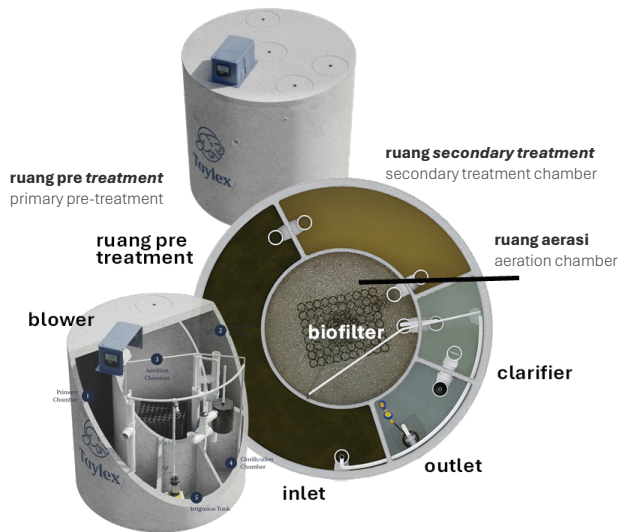
Bab | Chapter

06



SEBAIK-
BAIKNYA
UNIT
SETEMPAT

ONSITE
UNIT AT
THEIR
BEST



Gambar 6.1 Unit setempat dari Taylex, Australia, dilengkapi dengan ruang aerasi yang memiliki biofilter.

Sumber: sustainablewastewatersolutions.com.au

Sistem canggih dari Taylex, Australia, dilengkapi dengan ruang aerasi yang memiliki biofilter. Sebagian air olahan akan didaur ulang ke ruang utama untuk menghilangkan nitrogen.

The advanced system from Taylex, Australia, is equipped with an aeration chamber that includes a biofilter. A portion of the treated water is recycled back into the main chamber to remove nitrogen.

Beberapa tahun terakhir ini, desakan untuk pengolahan air limbah yang lebih efisien dan ramah lingkungan telah mendorong pengembangan unit setempat yang lebih canggih. Pemerintah akan mewajibkan agar efluen unit setempat harus memenuhi standar air limbah domestik, termasuk untuk nutrisi dan patogen. Baik *blackwater* maupun *greywater*, semua harus diolah.

Implikasinya, unit setempat harus dirancang untuk mampu mengurangi kandungan organik, padatan, nitrogen, fosfor, dan patogen secara efisien untuk volume air limbah yang lebih besar, tetapi tetap harus cukup kompak untuk dipasang di ruang terbatas. Untuk alasan inilah, unit setempat canggih hadir. Meskipun bisa beroperasi sebagai sistem mandiri, unit-unit canggih juga dapat dipasang setelah tangki septik atau unit sederhana lainnya.

In recent years, growing demands for more efficient and environmentally friendly wastewater treatment have driven the development of more advanced onsite units. The government is set to mandate that effluent from onsite units must meet domestic wastewater standards, including nutrients and pathogens. Both *blackwater* and *greywater* must be treated.

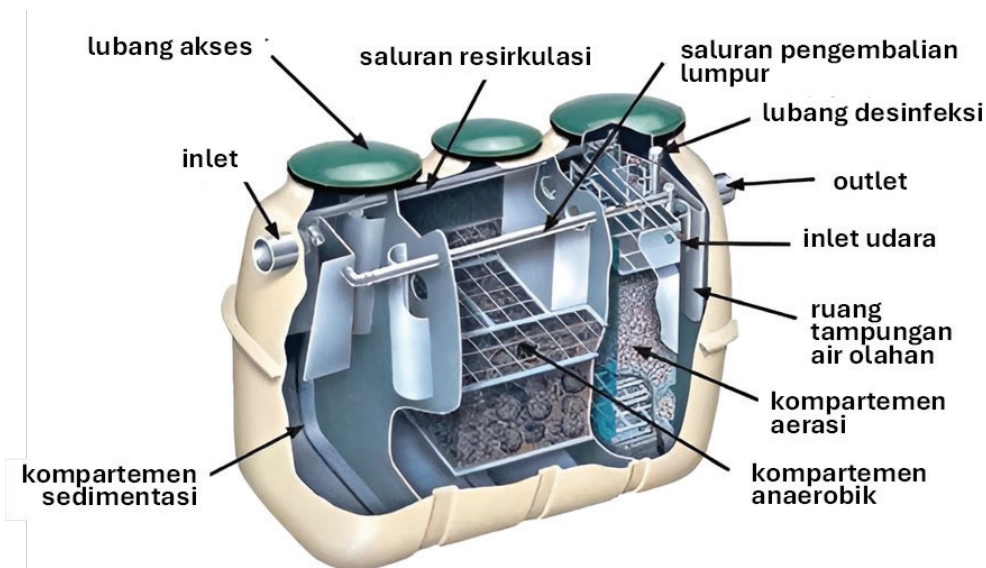
This means that onsite units must be designed to effectively reduce organic matter, solids, nitrogen, phosphorus, and pathogens—even at high wastewater volumes—while remaining compact enough to fit into limited spaces. For this reason, advanced onsite units have emerged. In addition to functioning as standalone systems, these advanced units can also be installed downstream of a septic tank or other basic onsite systems.

Semua Dalam Satu Bungkus

Unit setempat canggih menggabungkan beberapa proses pengolahan, seperti anaerobik dan aerobik, biofiltrasi, pengendapan, filtrasi fisik, anoksik, dan desinfeksi, dalam satu sistem yang kompak. Yang membedakannya dari unit setempat lain adalah adanya proses anoksik untuk menghabiskan nutrisi dan desinfeksi untuk menghilangkan patogen. Unit ini seperti instalasi pengolahan air limbah mini yang melakukan pekerjaan berat di halaman rumah Anda!

All In One

Advanced onsite wastewater units combine multiple treatment processes—such as anaerobic and aerobic treatment, biofiltration, sedimentation, physical filtration, anoxic processing, and disinfection—into one compact system. What sets them apart from other onsite units is the inclusion of an anoxic process to eliminate nutrients and disinfection to remove pathogens. They're like miniature wastewater treatment plants doing the heavy lifting right in your own backyard!



Gambar 6.2 Johkasou dibuat oleh Daiki Axis

Sumber: www.kubota.com

Salah satu unit setempat canggih, Johkasou dalam bahasa Jepang, dibuat oleh Daiki Axis. Unit yang memakai tangki FRP ini tersedia dalam berbagai kapasitas, mulai dari 1 m³ hingga 2.000 m³. Unit setempat ini memiliki lima ruang fungsional: sedimentasi, anaerobik, aerasi, sedimentasi sekunder, dan desinfeksi. Di dalam ruang anaerobik dan aerobik, terdapat media filter plastik yang dirancang untuk mencapai kualitas efluen dengan BOD <20 mg/L, total nitrogen <20 mg/L, dan padatan tersuspensi <20 mg/L.

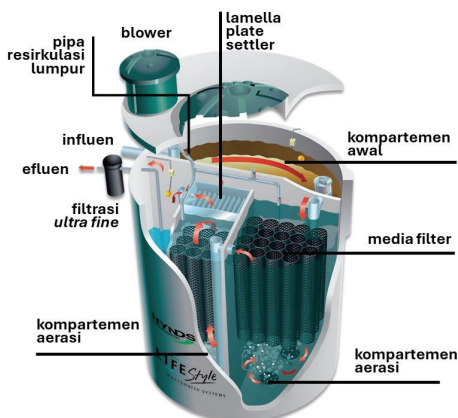
One of the advanced onsite units, known as Johkasou in Japanese, is manufactured by Daiki Axis. This unit, made with an FRP (fiberglass-reinforced plastic) tank, is available in various capacities ranging from 1 m³ to 2,000 m³. It features five functional chambers: sedimentation, anaerobic, aeration, secondary sedimentation, and disinfection. The anaerobic and aerobic chambers are equipped with plastic filter media, designed to achieve effluent quality with BOD <20 mg/L, total nitrogen <20 mg/L, and suspended solids <20 mg/L.

Yang membedakan dari unit setempat lain adalah adanya proses anoksik untuk menghabiskan nutrisi dan desinfeksi untuk menghilangkan patogen.

What sets them apart from other onsite units is the inclusion of an anoxic process to eliminate nutrients and disinfection to remove pathogens.

Jika ingin tahu bagaimana prosesnya, begini ceritanya. Proses di unit setempat canggih dimulai dengan proses anaerobik di kompartemen pertama, kemudian dilanjutkan dengan proses aerobik untuk mengurai polutan organik dan mengubah amonia menjadi nitrat. Setelah itu, ada biofiltrasi aerobik, dilanjutkan dengan tahap anoksik, di mana proses denitrifikasi terjadi. Pada tahap ini, air yang kaya nitrat diolah dalam kondisi minim oksigen, mengubah nitrat menjadi gas nitrogen. Banyak unit setempat menempatkan proses anoksik ini di awal, di mana sebagian air olahan diresirkulasi dan tercampur dengan air limbah yang baru masuk. Langkah terakhir adalah desinfeksi, biasanya menggunakan sinar ultraviolet (UV) atau klorin, untuk membunuh mikroba yang tersisa sehingga air aman untuk dibuang atau digunakan kembali.

If you're wondering how the process works, here's how it goes. Treatment in an advanced onsite unit begins with an anaerobic stage in the first compartment, followed by an aerobic process that breaks down organic pollutants and converts ammonia into nitrates. This is then followed by aerobic biofiltration, and then an anoxic stage, where denitrification occurs—nitrate-rich water is treated under low-oxygen conditions, converting nitrate into nitrogen gas. In many units, the anoxic process is placed at the beginning of the treatment train, where a portion of the treated water is recirculated and mixed with the incoming wastewater. The final step is disinfection, typically using ultraviolet (UV) light or chlorine, to eliminate any remaining pathogens, making the effluent safe for discharge or reuse.

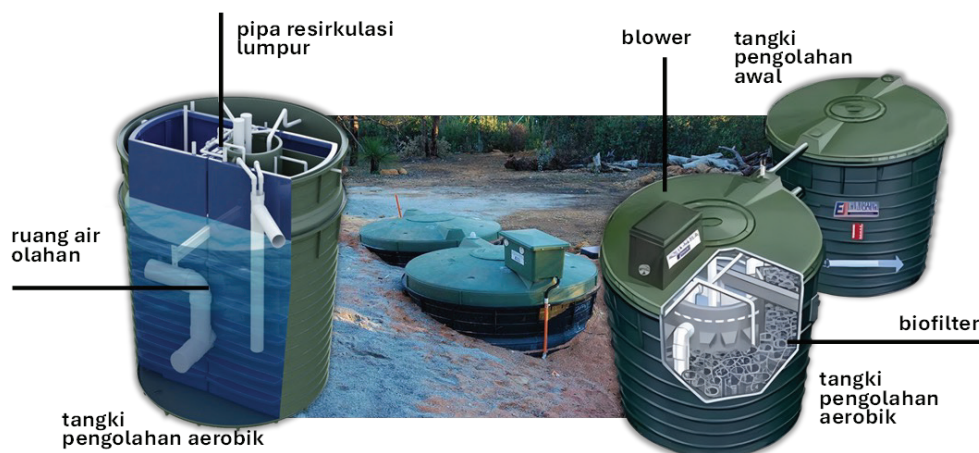


Lifestyle® System, buatan Hynds dari Selandia Baru, menggunakan teknologi Submerged Aerated Fixed Film (SAFF) yang dikombinasikan dengan teknologi lumpur aktif. Unit yang memakai tangki beton pracetak ini diklaim produsen memenuhi standar air limbah Selandia Baru dengan BOD <20 mg/L, amonia <5 mg/L, dan padatan tersuspensi <30 mg/L.

The Lifestyle® System, manufactured by Hynds from New Zealand, uses Submerged Aerated Fixed Film (SAFF) technology combined with activated sludge technology. This unit, which uses a precast concrete tank, is claimed by the manufacturer to meet New Zealand's wastewater standards with BOD <20 mg/L, ammonia <5 mg/L, and suspended solids <30 mg/L.

Proses pengolahan di beberapa unit setempat canggih disusun secara horizontal, dengan berbagai tahap atau kompartemen ditempatkan berdampingan. Sementara itu, di unit lainnya, proses pengolahan diatur secara konsentris, di mana kompartemennya saling bersarang satu sama lain.

The treatment stages can be arranged horizontally, with each compartment placed side by side. In others, the processes are arranged concentrically, with compartments nested within one another.



Lifestyle® System, buatan Hynds dari Selandia Baru, menggunakan teknologi Submerged Aerated Fixed Film (SAFF) yang dikombinasikan dengan teknologi lumpur aktif. Unit ini menggunakan tangki beton pracetak berkapasitas 8.500 L untuk aliran hingga 1.800 L/hari, dan dijamin memenuhi Standar Selandia Baru dengan BOD <20 mg/L, amonia <5 mg/L, dan padatan tersuspensi <30 mg/L.

Aqua Nova® System, made in Australia, is a two-tank system designed to treat both greywater and blackwater through a multistage digestion process. It utilizes naturally occurring bacteria and enzymes within an advanced aerated environment. The system is available in various sizes, with the most commonly used model measuring approximately 1.8 meters in diameter and 1.9 meters in height.

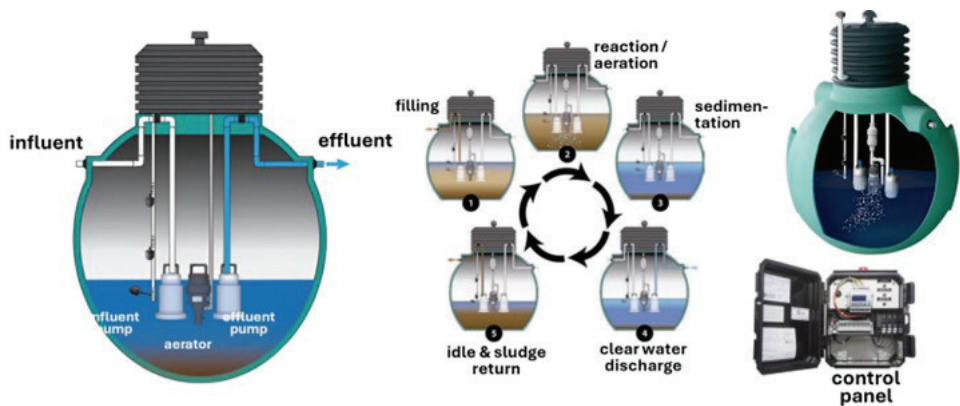
Gambar 6.3 Lifestyle® System, buatan Hynds dari Selandia Baru Sumber: <https://www.everhard.com>

Banyak Pilihan Lain

Selain yang dibahas sebelumnya, masih banyak unit setempat canggih lain. Salah satunya, *Sequencing Batch Reactor* (SBR) yang semua prosesnya berlangsung dalam satu tangki secara bergantian. Desain ini sangat cocok untuk lokasi dengan beban air limbah yang berfluktuasi, seperti tempat wisata musiman. Unit SBR sering kali dilengkapi dengan timer otomatis untuk pengaturan waktu prosesnya.

More on The Shelves

Beyond what was previously mentioned, there are many other types of advanced onsite units. One notable example is the Sequencing Batch Reactor (SBR), where all treatment processes occur sequentially in a single tank. This design is particularly well-suited for locations with fluctuating wastewater volumes, such as seasonal tourist destinations. SBR units are often equipped with automatic timers to precisely manage each stage of the treatment cycle.



Gambar 6.4 PuraSys Sequencing Batch Reactor, buatan ANUA dari AS

Sumber: <https://www.anuainternational.com/>

PuraSys Sequencing Batch Reactor (SBR), buatan ANUA dari Amerika Serikat, mengolah air limbah melalui serangkaian tahapan. Pertama, pada tahap Pengisian, air limbah mengalir ke dalam reaktor dari area prapengolahan. Selanjutnya adalah tahap Reaksi di mana aerasi dilakukan agar mikroba aerobik dapat mulai menguraikan polutan organik dan nitrogen. Kemudian, pada tahap Pengendapan, padatan mengendap di dasar reaktor. Di tahap Pemompaan Air (Dekantasi), lapisan atas air yang jernih dipompa keluar sebagai efluen. Terakhir, pada tahap Menunggu dan Pengembalian Lumpur, sistem bersiap untuk siklus berikutnya. Kondisi anoksik dapat diciptakan dalam ruang yang sama, memungkinkan terjadinya proses denitrifikasi. Semua ini dikelola oleh smart controller yang dapat mendeteksi aliran air dan menyesuaikan aerasi sesuai kebutuhan.

The PuraSys Sequencing Batch Reactor (SBR), made by ANUA in the USA, handles wastewater treatment in a series of stages. First, during the Filling stage, wastewater flows into the reactor from the pretreatment area. Next is the Reaction stage, where aeration kicks in, allowing aerobic microbes to break down organics and nitrogen. Then comes Sedimentation, where solids settle at the bottom of the reactor. In the Clear Water Discharge (Decanting) stage, the top layer of clear water is pumped out as effluent. Finally, during the Idle and Sludge Return stage, the system waits for the next cycle, sometimes returning sludge for further treatment. An anoxic condition can also be created in the same chamber, enabling denitrification to happen. All of this is managed by an automatic smart controller that can sense water flow and adjust aeration accordingly. ANUA also offers a modular mechanical system that can transform a regular septic tank into an SBR, perfect for space-constrained sites or areas with nutrient-limited watersheds.

Unit setempat canggih juga ada yang mengaplikasikan teknologi lumpur aktif (*activated sludge*). Di unit ini, lumpur yang sudah mengendap didaur ulang kembali ke kompartemen influen. Mikroba dalam lumpur resirkulasi akan menambah populasi bakteri yang akan mempercepat penguraian polutan organik. Ada juga variasi di mana media filter plastik ditambahkan di ruang aerasi sehingga sistem bisa berfungsi sebagai *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR). Desain ini membuat proses pengolahan lebih efisien dengan menciptakan lingkungan aerobik yang dinamis, di mana biofilm bisa menguraikan polutan organik

Some advanced onsite units utilize activated sludge technology, where settled sludge is recirculated back to the influent compartment. The microbes in the recycled sludge increase the bacterial population, accelerating the decomposition of organic pollutants. In some variations, plastic media are added to the aeration chamber, transforming the system into a *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR). This design improves treatment efficiency by creating a dynamic aerobic environment in which biofilms can more effectively break down organic matter. To reduce reliance on biological processes alone, several advanced units also incorporate chemical treatment

dengan lebih efektif. Mungkin karena tidak mau bergantung sepenuhnya ke proses mikrobiologis, beberapa unit setempat canggih menerapkan metoda kimiawi, seperti elektrokoagulasi dan elektrooksidasi. Metode ini menghantam kontaminan dengan arus listrik, yang efektif untuk menghilangkan patogen dan polutan organik.

Banyak produk juga tersedia dalam bentuk modular untuk meningkatkan tangki septik lama Anda. Salah satunya adalah modul yang bisa mengubahnya menjadi SBR. Ada juga modul yang dapat mengubah tangki septik menjadi sistem lumpur aktif dengan biofilter. Modul tambahan lainnya juga tersedia untuk menghilangkan nutrisi melalui proses aerobik dan anoksik.

methods, such as electrocoagulation and electrooxidation. These processes use electric currents to remove pathogens and organic pollutants, providing an additional layer of treatment.

Many products are also available in modular forms to upgrade your existing septic tank. One example is a module that can convert a conventional tank into a Sequencing Batch Reactor (SBR). Others can transform a septic tank into an activated sludge system with a biofilter. Additional modules are also available to remove nutrients through aerobic and anoxic processes.



Gambar 6.5 Modul NitrifAST, buatan Biomicrobics dari Amerika Serikat

Sumber: <https://biomicrobics.com/>

Modul NitrifAST, buatan Biomicrobics dari Amerika Serikat, menggunakan teknologi fixed activated sludge untuk meningkatkan nitrifikasi. Modul ini dilengkapi dengan blok media fixed dan perangkat airlift yang dipatenkan, semuanya ditempatkan dalam kotak persegi panjang. Sebuah blower di atas permukaan mendorong udara ke dalam airlift, menciptakan sirkulasi kuat air yang teroksigenasi di seluruh media yang terendam. Modul ini dirancang untuk dipasang dalam tangki septik standar, menjadikannya peningkatan yang praktis untuk meningkatkan efisiensi pengolahan air limbah.

The NitrifAST module, manufactured by Biomicrobics in the United States, uses fixed activated sludge technology for nitrification. A surface blower pushes air into an airlift, creating strong circulation of oxygenated water throughout the submerged media.

Boks: | Box:

Desinfeksi Patogen

Killing the Pathogen



Gambar 6.6 Kaporit Tablet

Sumber: kaporit.co.id

Di beberapa negara, unit setempat juga diwajibkan untuk menghasilkan efluen yang bebas patogen. Untuk itu, proses desinfeksi merupakan keharusan. Beberapa metode desinfeksi yang dapat diterapkan pada unit setempat meliputi:

In many countries, onsite units are required to produce effluent that is free of pathogens. To achieve this, disinfection becomes essential. Several disinfection methods that can be applied to onsite systems include:

- **Klorinasi:** Proses ini melibatkan penambahan larutan klorin, tablet, butiran, atau gas ke efluen yang sudah diolah. Klorin efektif membunuh bakteri, virus, dan patogen lainnya karena sifat oksidatifnya yang kuat.
- **Chlorination:** This process involves adding chlorine solution, tablets, granules, or gas to the treated effluent. Chlorine is effective in killing bacteria, viruses, and other pathogens due to its strong oxidative properties.
- **Sinar Ultraviolet (UV):** Ini adalah proses tanpa bahan kimia yang melibatkan paparan efluen yang sudah diolah dengan cahaya ultraviolet. Sinar UV menembus patogen berbahaya dan merusak DNA mereka.
- **Ultraviolet (UV) Light:** This is a chemical-free process that involves exposing the treated effluent to ultraviolet light. UV rays penetrate harmful pathogens and damage their DNA, rendering them inactive.
- **Ozonasi:** ini hanya digunakan pada unit setempat canggih. Ozonasi dengan cepat menghancurkan bakteri, virus, dan patogen lain, serta mengurangi polutan organik dan dapat memperbaiki warna dan bau. Seperti UV, ozonasi tidak memberikan efek desinfektan yang bertahan lama.
- **Ozonation:** This method is used only in advanced onsite units. Ozonation rapidly destroys bacteria, viruses, and other pathogens, while also reducing organic pollutants and improving color and odor. Like UV treatment, ozonation does not provide a lasting disinfectant effect.

Memilih metode desinfeksi yang tepat melibatkan pertimbangan efektivitas, biaya, dampak lingkungan, dan persyaratan regulasi sehingga memastikan efluen yang dibuang aman dan ramah lingkungan.

Selecting the appropriate disinfection method involves considering effectiveness, cost, environmental impact, and regulatory requirements to ensure that the discharged effluent is safe and environmentally friendly.



Gambar 6.7 Ultraviolet Desinfection

Sumber: norweco.com

Beberapa unit setempat canggih dirancang untuk mampu melakukan *energy recovery*, khususnya biogas dari proses anaerobik. Artinya, mereka tidak hanya mengolah air limbah, tetapi juga menghasilkan energi terbarukan, menjadikan sistem lebih ramah lingkungan dan hemat biaya. Ibaratnya, Anda melampaui dua pulau dalam satu dayungan!

Seiring perkembangan teknologi, unit setempat canggih ini menjadi pemain kunci dalam pengelolaan air domestik yang berkelanjutan. Ditambah lagi, dengan semakin majunya teknologi sensor, pemantauan dan perawatan unit setempat sekarang lebih mudah daripada sebelumnya.

Semakin Pintar

Era baru pengelolaan air limbah dimulai dengan digunakannya teknologi *Internet of Things* (IoT) ke dalam unit setempat. Era ini disebut sebagai Sanitasi 4.0. Manfaatnya banyak, teknologi IoT memungkinkan pemantauan *real-time* dan kontrol jarak jauh sehingga pemilik rumah dan penyedia layanan dapat mendeteksi potensi masalah sejak awal, menyesuaikan pola operasi, dan mengatasi masalah dari jarak jauh. Pendekatan proaktif ini membuat sistem tetap berjalan dengan lancar, menghindari keadaan darurat, dan memperpanjang umur sistem, dan akhirnya menghemat biaya dalam jangka panjang.

Pengaturan IoT biasanya mencakup sensor, pengontrol, dan perangkat komunikasi. Perangkat-perangkat ini bekerja sama untuk memantau tangki septik, mengumpulkan data waktu nyata tentang ketinggian tangki, laju aliran, pH, dan suhu, serta mendeteksi potensi masalah, seperti bocor atau penyumbatan.

Some advanced units are even designed for energy recovery, particularly capturing biogas from the anaerobic process. This means they not only treat wastewater but also generate renewable energy—like hitting two birds with one stone!

As technology continues to advance, these sophisticated onsite units are becoming key players in sustainable domestic water management. With the rise of smart sensor technologies, monitoring and maintaining onsite systems has never been easier.

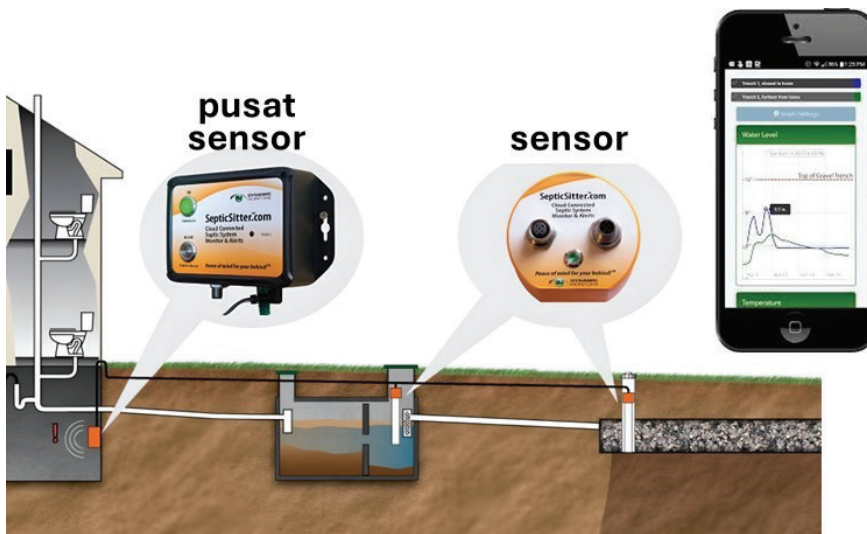
Getting Smarter

A new era in wastewater management has emerged with the integration of Internet of Things (IoT) technology into onsite systems—often referred to as Sanitation 4.0. This innovation offers a wide range of benefits: with IoT, you can remotely monitor and control your system in real time. It enables early detection of potential issues, allows for operational adjustments, and facilitates troubleshooting without the need for on-site visits. This proactive approach helps ensure smooth operation, prevents emergencies, extends the lifespan of the system, and ultimately reduces long-term costs.

An IoT-enabled setup typically includes sensors, controllers, and communication devices that work together to monitor key parameters such as tank levels, flow rates, pH, and temperature, while also detecting problems like leaks or blockages.

Sensor IoT saat ini dapat mendeteksi gas berbahaya, seperti metana dan hidrogen sulfida sehingga risiko ledakan atau kecelakaan dapat terdeteksi. Selain itu, semua informasi ini bisa langsung Anda lihat di telepon pintar. Anda bahkan bisa menghubungkannya ke sistem alarm untuk rasa aman ekstra.

Advanced IoT sensors can even detect hazardous gases like methane and hydrogen sulfide, helping to prevent explosions or accidents. All this data can be accessed instantly through your smartphone—and for added safety, the system can be integrated with alarms to provide real-time alerts.

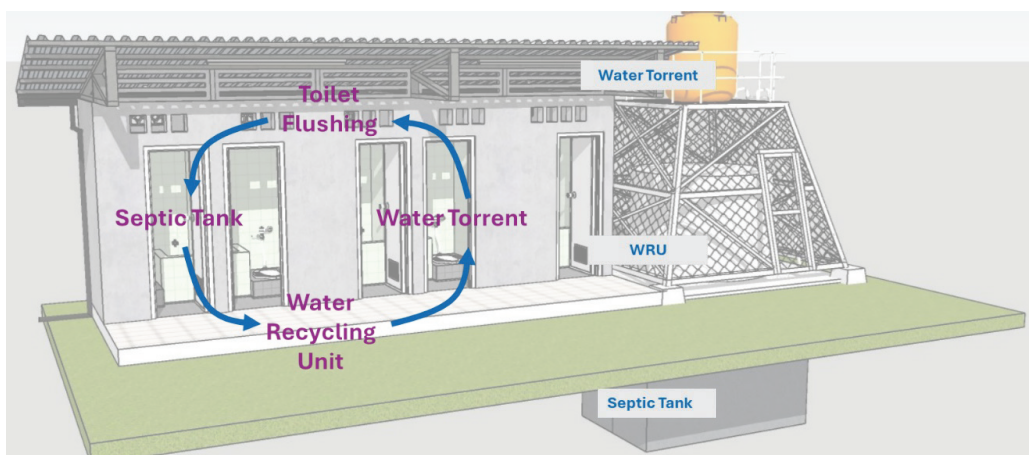


Gambar 6.8 Unit Septic Sitter

Sumber: <https://septicssitter.com/>

SepticSitter adalah sistem pemantauan dan peringatan dini untuk unit setempat. Sistem ini menggunakan sensor non-kontak yang mudah dipasang. Pengukuran waktu secara real-time ditampilkan di dasbor online, sementara data historis disimpan. Aplikasi smartphone juga tersedia bagi mereka yang ingin memantau sistem mereka dari jauh.

SepticSitter is a monitoring and early-warning system designed for onsite wastewater systems. It uses non-contact sensors that are easily installed in septic tanks, pump tanks, and drain fields, helping to prevent overloads. Real-time measurements are displayed on an online dashboard, with historical data stored to support proactive maintenance and informed decision-making. A mobile app is available for those who want to keep a close eye on their system,.



Gambar 6.9 Sumber: Ilustrasi FSM-Aman

Water Recycling Unit (WRU)

Water Recycling Unit (WRU) merupakan inovasi teknologi pengolahan air limbah domestik lanjutan yang dirancang untuk mendaur ulang keluaran dari tangki septik agar dapat digunakan kembali. Hasil olahan WRU dapat dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan non-konsumsi, seperti penyiraman tanaman, flushing toilet, serta aktivitas kebersihan dan sanitasi lainnya.

WRU bekerja menggunakan prinsip-prinsip pengolahan konvensional, namun dirancang dalam bentuk yang lebih kompak dan efisien sehingga dapat diimplementasikan secara *on-site* atau setempat. Proses yang berlangsung di dalam WRU meliputi tahapan sedimentasi, proses anaerobik, aerobik, anoksik, resirkulasi, sedimentasi kedua, hingga tahap akhir berupa desinfeksi (klorinasi). Sistem ini biasanya dipasang satu rangkaian dengan tangki septik, *control panel*, dan tangki air bersih sebagai satu kesatuan instalasi.

Water Recycling Unit (WRU)

The *Water Recycling Unit* (WRU) is a smart, next-level tech innovation that turns household wastewater into reusable water! It works by treating the output from a septic tank, making it safe to use again for non-drinking needs like watering plants, flushing toilets, and other hygiene or cleaning activities.

WRU uses classic water treatment principles, but the system is designed to be more compact, efficient, and perfect for on-site use. Inside, it goes through several treatment stages: sedimentation, anaerobic, aerobic, anoxic processes, recirculation, secondary settling, and finally disinfection with chlorine. Usually, the WRU is installed as one complete setup together with a septic tank, a control panel, and a clean water storage tank.

Satu contoh *pilot project* WRU di Indonesia sudah dilakukan oleh FSM-Aman dan telah diterapkan di Sekolah Menengah Kejuruan Negeri (SMKN) 66 Jakarta Timur. Inisiatif ini lahir sebagai solusi inovatif untuk menjawab tantangan keterbatasan air bersih, terutama di wilayah-wilayah yang mengalami tekanan sumber daya air, serta sebagai langkah nyata edukasi penerapan prinsip keberlanjutan dalam sistem sanitasi. Dengan pemasangan sensor berbasis Internet (prinsip *Internet of Things*/IoT) yang memungkinkan pemantauan kualitas air secara *real-time* sepanjang waktu maka WRU ini terjaga kualitas air hasil olahannya dan dapat memastikan keamanannya untuk kebutuhan *hygiene* dan sanitasi. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa efluen WRU yang dipasang di SMKN 66 Jakarta Timur telah memenuhi baku mutu sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan No. 2 Tahun 2023.



Gambar 6.10 Sumber: Dokumentasi Pribadi FSM-Aman

One real-life example of WRU in action is a pilot project run by FSM-Aman at SMKN 66, a vocational high school in East Jakarta. This project was launched as a creative solution to the clean water crisis in water-stressed areas—and to promote sustainable sanitation education. Thanks to smart sensors using Internet of Things (IoT) technology, water quality can be tracked 24/7 in real time, ensuring the treated water stays safe and clean for sanitation use. Measurements have confirmed that the WRU at SMKN 66 meets the clean water quality standards set by Indonesia's Ministry of Health Regulation No. 2/2023.

Tidak hanya sekadar teknologi pengolahan air limbah untuk mencapai sanitasi aman, WRU juga memberikan kontribusi terhadap pengurangan emisi karbon. Berdasarkan studi internal tahap awal, sistem ini mampu mengurangi emisi karbon hingga 69% dibandingkan sistem konvensional biasa dan tidak memiliki proses daur ulang. Potensi penghematan penggunaan air bersih hingga 30–40% menjadikannya sebagai pilihan ideal bagi lingkungan yang berorientasi pada efisiensi sumber daya dan keberlanjutan.

But WRU isn't just about cleaner water—it also helps fight climate change. Based on early internal studies, WRU systems can cut carbon emissions by up to 69% compared to traditional systems without recycling features. Plus, it saves around 30–40% of clean water use! That makes WRU a planet-friendly, resource-efficient solution built for a more sustainable future.

Bab | Chapter

07

KENDALIKAN MEREKA



GET THEM
UNDER
CONTROL

Sebagus apapun unit setempat, mereka tidak akan memberikan hasil maksimal tanpa pengawasan dari pemda.

Therefore, onsite wastewater systems must be regulated throughout their entire lifecycle—from production to decommissioning.



Sepertinya kita akan terus menggunakan unit setempat untuk waktu lama. Jadi, unit setempat bukan merupakan solusi sementara sehingga kita tidak perlu mengendalikannya. Mengingat potensi dampaknya terhadap aliran air di sekitarnya, pemerintah daerah sangat berkepentingan untuk memastikan bahwa hanya unit setempat yang tepat yang digunakan.

Pemerintah daerah juga perlu menjaga agar unit-unit ini tetap dalam kondisi prima dan beroperasi dengan lancar. Sebagus apapun unit setempat, mereka tidak akan memberikan hasil maksimal tanpa pengawasan dari pemerintah daerah.

For most people living in Indonesia, onsite wastewater units will continue to be used for a long time. These systems are not just a temporary solution. Given their potential impact on the surrounding environment, local governments have a vested interest in ensuring that only appropriate and properly designed onsite units are allowed for use.

In addition, local governments must ensure that these systems remain in good condition and operate efficiently over time. No matter how advanced an onsite unit is, it will not deliver optimal results without oversight from the authorities. Therefore, onsite wastewater systems must be regulated throughout their entire lifecycle—from production to decommissioning.

Sejak Dari Kandungan

Pada awalnya, produsen unit setempat perlu memastikan bahwa desain mereka memenuhi standar spesifikasi teknis. Mereka harus menggunakan material yang sesuai dengan standar. Proses produksi juga harus mengikuti praktik terbaik industri. Jika sebuah unit memenuhi semua persyaratan ini dan berfungsi sebagaimana mestinya, unit tersebut seharusnya mendapatkan sertifikasi dari badan yang berwenang.

From the Womb

At the outset, manufacturers of onsite treatment units must ensure their designs comply with established technical specs. They are required to use materials that meet quality standards and follow the industry's best practices throughout the production process. If a unit meets all these criteria and functions as intended, it should receive certification from the appropriate authority.

Sebelum konstruksi dimulai, otoritas perlu memastikan bahwa rencana tersebut sesuai dengan aturan yang berlaku. Jika unit tersebut akan ditempatkan di area tanpa sistem saluran pembuangan dan semua persyaratan sudah terpenuhi, mereka harus memberikan izin pelaksanaannya. Akan lebih sederhana jika ada izin terpisah khusus untuk unit pengolahan setempat, namun memasukkannya ke dalam izin bangunan biasa juga tidak masalah.

Hanya kontraktor berlisensi yang diizinkan untuk membangun atau memasang unit setempat. Lisensi ini dikeluarkan oleh badan resmi, tetapi sebelumnya kontraktor harus menunjukkan keterampilan yang dimiliki dengan memperoleh sertifikat kompetensi. Masa di mana siapa saja bisa membangun unit pengolahan setempat tanpa keahlian yang terverifikasi sudah berlalu.

Setelah unit setempat selesai dibangun, pihak berwenang akan melakukan inspeksi untuk memastikan bahwa unit tersebut sudah dibangun sesuai rencana dan berfungsi dengan baik. Jika semuanya baik-baik saja, mereka akan mengeluarkan sertifikat registrasi untuk unit tersebut. Sebagai catatan, registrasi ini tidak hanya berlaku untuk unit baru—semua unit pengolahan setempat harus teregistrasi dan memiliki sertifikat ini.

Before construction begins, regulatory authorities must confirm that the proposed plan adheres to all applicable regulations. If the unit is to be installed in an area without access to a centralized sewer system and all requirements are met, the authority should issue a permit for its implementation. While a dedicated permit for onsite treatment units would streamline the process, incorporating it into the standard building permit is also a valid approach.

Only licensed contractors are allowed to construct onsite treatment units. Licenses are issued by an authorized body once the contractor has obtained a valid competency certificate. The days when anyone could build an onsite unit without verified skills are coming to an end.

When it's time to decommission an onsite unit, the homeowner must first obtain approval from the local government. The dismantling must be carried out by licensed professionals, and once the unit is removed, an inspection must be conducted to ensure compliance with all relevant local regulations. After installation, the unit must be inspected by the authorities to confirm that it has been built according to the approved plans and is functioning properly. If it passes inspection, a registration certificate will be issued. It's important to note that this registration requirement applies not only to new installations, but all onsite treatment units must also be registered and hold a valid certificate.

Lokal dan Global Punya Standard Unit Setempat

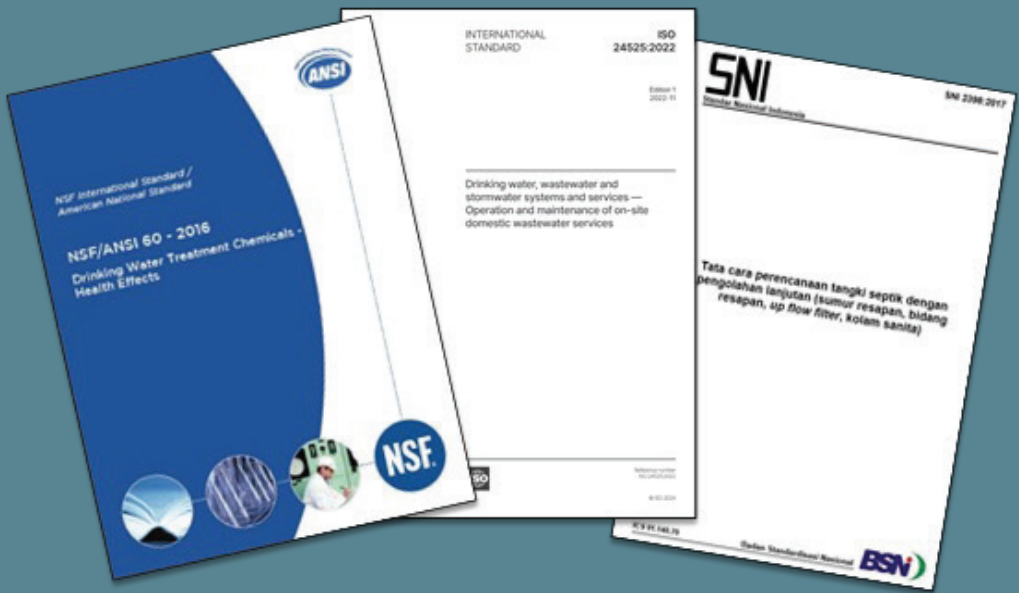
Global and Local: Standards for Onsite Systems

Menyadari pentingnya unit air limbah setempat, badan internasional dan berbagai negara telah mengembangkan standar untuk memastikan unit-unit ini aman, efisien, dan ramah lingkungan. Salah satunya adalah NSF International, yang awalnya dikenal sebagai National Sanitation Foundation, menerbitkan standar NSF/ANSI 40 yang berfokus pada sistem pengolahan air limbah rumah tangga, termasuk unit aerobik. Standar ini menetapkan persyaratan untuk bahan, desain, konstruksi, dan kinerja, serta menentukan standar efluen untuk BOD (rata-rata 25 mg/L selama 30 hari) dan TSS (rata-rata 30 mg/L selama 30 hari). Standar terkait lainnya termasuk NSF/ANSI 245 untuk pengurangan nitrogen di unit pengolahan setempat, NSF/ANSI 350 untuk sistem pengolahan air limbah yang dapat digunakan kembali, dan NSF/ANSI 350-1 untuk sistem pengolahan *greywater* setempat untuk pembuangan di bawah permukaan tanah.

Organisasi Internasional untuk Standardisasi (ISO) memiliki peran penting dalam menetapkan standar global. ISO 24525 berfokus pada operasi dan pemeliharaan layanan pengolahan air limbah domestik setempat, memberikan panduan rinci mulai dari perencanaan hingga prosedur inspeksi. Sementara itu, NSF/ANSI 40 fokus pada kinerja standar dan sertifikasi unit pengolahan setempat, ISO 24525 lebih berfokus pada manajemen dan operasi unit-unit tersebut. Baru-baru ini, ISO menerbitkan ISO 30500 yang memberikan panduan untuk desain, kinerja, dan keamanan *non-sewered sanitation system* (NSSS). ISO 30500 mencakup panduan untuk komponen *backend* dari NSSS, yaitu unit setempat yang *prefabrikasi*, yang membahas tentang daya tahan, bahan, dan keselamatan pengguna, serta mendorong pemulihan dan penggunaan kembali air, nutrisi, dan energi.

Recognizing the importance of onsite wastewater units, international bodies and countries have developed standards to ensure the onsite units are safe, efficient, and environmentally friendly. Among others is NSF International, originally known as the National Sanitation Foundation, publishes NSF/ANSI 40 which focuses on residential wastewater treatment systems, including aerobic units. This standard sets requirements for materials, design, construction, and performance, specifying effluent standards for BOD (25 mg/L 30-day average) and TSS (30 mg/L 30-day average). Other related standards include NSF/ANSI 245 for nitrogen reduction in onsite units, NSF/ANSI 350 for onsite water reuse treatment systems, and NSF/ANSI 350-1 for onsite graywater treatment systems for subsurface discharge.

The International Organization for Standardization (ISO) is a key global body for setting standards. ISO 24525 provides guidance on the operation and maintenance of onsite domestic wastewater systems, covering everything from design to inspections. While NSF/ANSI 40 focuses on performance and certification, ISO 24525 focuses on day-to-day management and operation. More recently, ISO introduced ISO 30500, which sets standards for the design, performance, and safety of non-sewered sanitation systems (NSSS). It includes requirements for prefabricated onsite units, covering durability, materials, and user safety. ISO 30500 also promotes the recovery and reuse of water, nutrients, and energy.

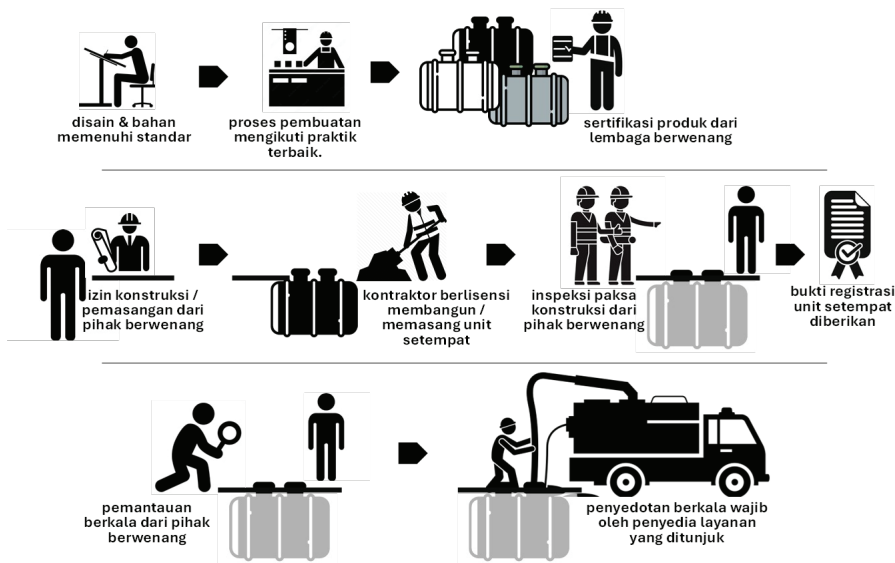


Gambar 7.1 Standard Unit Setempat

Sumber: <https://www.nsf.org/>

Di Indonesia, Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-2398-2002 memberikan pedoman untuk desain, konstruksi, operasi, dan pemeliharaan tangki septik, namun tidak menetapkan batas kualitas efluen. Standar ini mencakup spesifikasi bahan seperti batu bata, beton, dan FRP, serta spesifikasi ukuran tangki, struktur *inlet* dan *outlet*, ventilasi, dan pembuangan efluen. Standar ini berlaku untuk tangki septik berbentuk kotak sepatu, baik terpisah maupun gabungan, dengan satu atau dua kompartemen, dan merekomendasikan pengurasan lumpur setiap 2 hingga 5 tahun. Selain itu, standar ini juga menyebutkan sistem pengolahan tambahan seperti lahan basah buatan, *upflow filter*, dan sistem infiltrasi. Standar ini juga menetapkan jarak aman: 1,5 meter dari bangunan, sepuluh meter dari sumur air minum, dan lima meter dari sumur air hujan. Selain itu, Peraturan Gubernur DKI Jakarta tahun 2005 mencakup standar untuk jenis unit pengolahan air limbah setempat lainnya, seperti biofilter anaerobik, biofilter aerobik, dan sistem lumpur aktif yang dimodifikasi. Peraturan ini menetapkan standar efluen untuk unit-unit tersebut, dengan $BOD < 60$ mg/L untuk proses anaerobik dan $BOD < 30$ mg/L untuk proses aerobik.

The Indonesian National Standard (SNI) 03-2398-2002 provides guidelines for the design, construction, operation, and maintenance of septic tanks, but does not set effluent quality limits. It includes specifications for materials like brick, concrete, and FRP, as well as details on tank size, inlet and outlet structures, ventilation, and effluent disposal. The standard applies to shoebox-shaped septic tanks (single or double compartments, combined or separate) and recommends desludging every 2 to 5 years. It also mentions optional additional treatments such as constructed wetlands, upflow filters, and infiltration systems. Minimum distance requirements are set at 1.5 meters from buildings, 10 meters from drinking water wells, and 5 meters from rainwater wells. A 2005 regulation from the Governor of DKI Jakarta expands on this by setting standards for other onsite wastewater units, including anaerobic biofilters, aerated biofilters, and modified activated sludge systems. It sets effluent limits: $BOD < 60$ mg/L for anaerobic units and $BOD < 30$ mg/L for aerobic units.



Gambar 7.2 Ilustrasi Pengendalian Unit Setempat

Sumber: shutterstock

Pengendalian unit setempat merupakan kerja bareng multi pihak. Ada produsen, lembaga sertifikasi produk dan personil, kontraktor, penyedia layanan penyedotan lumpur tinja, institusi pemerintah setempat, serta pemilik rumah. Setiap pihak memiliki peran penting, mulai dari produksi dan pemasangan sampai operasi sehari-hari.

Keeping things running smoothly for onsite units is a team effort. It brings together manufacturers, product and personnel certification bodies, contractors, desludging service providers, and local government bodies, as well as homeowners. Each of these players has a role to play, from production and installation to day-to-day operations.

Sampai Saatnya Berakhir

Setiap unit pengolahan setempat harus menjalani penyedotan lumpur secara berkala, misalnya tiap tiga tahun. Tugas ini harus dilakukan oleh penyedia layanan berlisensi dengan personel yang terlatih atau bersertifikat. Beberapa kota di Indonesia sudah menerapkan penyedotan lumpur wajib. Oleh karena itu, pemerintah daerah mengatur layanan penyedotan lumpur yang terjadwal. Sesekali, pemerintah daerah akan memeriksa kualitas efluen unit setempat di wilayah mereka.

Until the End Comes

Every onsite treatment unit must undergo regular desludging—typically every three years. Several cities in Indonesia have already implemented mandatory desludging programs, with local governments organizing scheduled desludging services. Occasionally, local authorities may also conduct inspections to check the effluent quality of onsite units in their area.

Segala sesuatu yang baik pasti akan berakhir. Ketika tiba saatnya untuk membongkar unit setempat, pemilik rumah harus mendapatkan izin dulu dari pemerintah daerah. Pembongkaran harus dilakukan oleh tenaga profesional berlisensi. Setelah unit dibongkar, akan dilakukan inspeksi untuk memastikan semua sudah memenuhi aturan yang berlaku.

Dengan demikian, berakhirlah kisah unit pengolahan limbah setempat di rumah Anda. Saatnya bagi rumah tangga Anda untuk tersambung ke sistem pembuangan air limbah terpusat, yang dikelola oleh instansi pemerintah atau penyedia layanan resmi.

As with all things, even a well-functioning system eventually comes to an end. When it's time to decommission an onsite unit, the homeowner must first obtain approval from the local government. The dismantling must be carried out by licensed professionals, followed by an inspection to ensure the process complies with all applicable regulations.

And thus, the story of your home's onsite unit comes to a close. It's time for your household to connect to a centralized sewerage system, managed by a government agency or an authorized service provider.



Gambar 7.3 Penyedotan Lumpur di Surakarta

Sumber: <https://solo.tribunnews.com/>

Penyedotan lumpur wajib pertama kali diperkenalkan di Surakarta, Jawa Tengah, mulai tahun 2014. Saat ini, beberapa kota lain di Indonesia juga telah menerapkan praktik ini.

Registrasi Unit Setempat

Onsite Unit Registration

Jika tinggal di Irlandia, Anda perlu mendaftarkan unit setempat Anda dalam waktu 90 hari setelah unit tersebut mulai beroperasi. Biayanya €50. Saat registrasi, Anda harus menginformasikan data administratif, alamat, spesifikasi teknis, dan tanggal instalasi. Jika tidak mendaftarkan unit setempat, Anda bisa didenda €5.000.

Setelah registrasi, pihak berwenang akan memeriksa sumber air limbah, gejala kebocoran, serta mencari indikasi genangan, pencemaran, selain sumber bau. Mereka perlu memastikan bahwa *greywater* masuk ke sistem, tetapi tidak untuk air hujan atau air permukaan. Jika lulus pemeriksaan, Anda akan mendapatkan Sertifikat Registrasi. Sebaliknya, jika dijumpai ada masalah, Anda akan menerima surat pemberitahuan dengan rincian perbaikan yang diperlukan.

Anda akan membutuhkan sertifikat registrasi ini jika ingin menjual rumah Anda di Irlandia. Pembeli diharuskan mendapatkan sertifikat ini sebelum proses perpindahan kepemilikan properti bisa diselesaikan. Tentu saja, calon pembeli tidak ingin mengambil alih rumah dengan pengelolaan air limbah yang menyalahi aturan. Mereka dapat saja dikenakan denda atas masalah yang sebenarnya merupakan tanggung jawab Anda.

If you live in Ireland, you need to register your onsite unit with your local authority, usually within 90 days after commissioning, and there is a €50 fee. You will need to provide details, property location, technical information about your unit, and installation date. If you do not register, you could face a fine of up to €5,000.

Following that, the authorities will inspect your system. They will check your system setup, looking for leaks, finding signs of ponding, as well as signs of pollution. The system will also be checked for odors and noise. They will also ensure that greywater enters the system but not roof or surface water. If your system passes, you will get a Registration Certificate. If there are problems, you will get a notice with details on what needs fixing, and you might qualify for a grant to help with repairs or upgrades.

This whole process helps the Irish cities keep tabs on all the onsite units, completing a database of wastewater management from homes, including those served by the sewerage system. It ensures everything is up to par and properly maintained, including for regular desludging.

You need the registration certificate when you want to sell your Ireland house. Buyers are required to get this certificate before the property ownership transfer can be completed. Naturally, the new homeowner would not want to take over a house with improper wastewater management. They could end up being fined for issues that were actually your fault.

REFERENSI

REFERENCES

- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. (2022). *Roadmap sanitasi aman 2030: Menuju akses aman dan layanan sanitasi berkelanjutan 2030*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2017). *SNI 2398:2017 Tata cara perencanaan tangki septik dengan pengolahan lanjutan (sumur resapan, bidang resapan, up-flow filter, kolam sanita)*.
- Civil and Environmental Engineering Department, Texas Tech University. (2012). *Review of potential onsite wastewater disinfection technologies*. Texas Onsite Wastewater Treatment Research Council.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya, Kementerian Pekerjaan Umum. (2016). *Buku 2 sistem pengelolaan air limbah domestik - setempat tangki septik dengan up-flow filter*. USAID IUWASH PLUS.
- GIZ. (2021). *Catalog of sector criteria: Urban water management*. Green Infrastructure Development in Indonesia.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2018). *Pedoman penyusunan dan pemutakhiran strategi sanitasi kota*. Direktorat Jenderal Cipta Karya.
- New York State Department of Health, Bureau of Water Supply Protection. (2012). *Residential onsite wastewater treatment systems: Design handbook*.
- ON-SITE NewZ. (2010). *On-site wastewater systems selecting a system for your property* [Brosur].
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 4 Tahun 2017 tentang *Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik*. (2017).
- Texas A&M AgriLife Extension. (2018). *On-site sewage facilities (OSSF): Disinfection*. <https://ossf.tamu.edu/disinfection/>
- Widyarani, Wulan, D. R., Hamidah, U., & Luthfi, A. T. M. (2022). Domestic wastewater in Indonesia: Generation, characteristics and treatment. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(22), 32397–32414. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19057-6>

DAFTAR ISTILAH

Glossary

BOD	Biological Oxygen Demand
CH ₄	Gas metana
CO ₂	Gas Karbon Dioksida
FRP	Fiberglass Reinforced Plastic
GRK	Gas Rumah Kaca
IoT	Internet of Things
ISO	International Organization for Standardization
LDPE	Low-density polyethylene
HDPE	High-density polyethylene
MBBR	Moving Bed Biofilm Reactor
N ₂ O	Nitrit adalah bentuk nitrogen yang hanya sebagian teroksidasi. Nitrit terbentuk dalam air limbah yang sudah lama atau basi sebagai hasil oksidasi amoniak menjadi nitrat melalui proses biologis.

NSSS	Non-sewered sanitation system
SBR	Sequencing Batch Reactor
SNI	Standar Nasional Indonesia
TSS	Total Suspended Solid
Sistem Perpipaan Terpusat	Sistem pengelolaan air limbah domestik yang mengumpulkan air limbah dari berbagai sumber (rumah tangga, perkantoran, dll) melalui jaringan perpipaan, kemudian diolah secara terpusat di satu instalasi pengolahan air limbah (IPAL) sebelum dibuang ke badan air.
Sistem pengolahan air limbah setempat	Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Setempat (SPALD-S) adalah sistem pengelolaan air limbah domestik yang dilakukan di lokasi sumber, bukan di tempat terpusat. Sistem ini dirancang untuk mengolah air limbah domestik secara langsung di rumah tangga atau lokasi tertentu, seperti permukiman kecil.
Proses anaerobik	Metode yang menggunakan mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik dalam air limbah dengan adanya oksigen
Proses aerobik	Proses biologis dimana mikroorganisme mendegradasi kontaminan organik tanpa adanya oksigen.
ANSI	American National Standards Institute
NSF	National Sanitation Foundation

TENTANG PENULIS

About the Authors



Rudy Yuwono

Rudy Yuwono meraih gelar Magister dari Utah State University, Amerika Serikat. Ia telah berkecimpung lebih dari tiga dekade di bidang sanitasi sebagai konsultan profesional, bekerja sama dengan berbagai lembaga pembangunan internasional serta Kementerian PUPR. Ia juga pernah menjabat sebagai Wakil Ketua Umum Ikatan Ahli Teknik Penyehatan Indonesia (IATPI).



Rugun Firni

Rugun Firni adalah konsultan lingkungan muda, lulusan program Magister Global Sanitation Graduate School, Institut Teknologi Bandung, Indonesia. Ia memiliki pengalaman di bidang Water, Sanitation, dan ESG (Environmental, Social, and Governance), dan aktif dalam berbagai proyek sanitasi di tingkat lokal dan regional.



Neni Sintawardani

Neni Sintawardani adalah peneliti senior dalam bidang sanitasi dan pengolahan air limbah di LIPI (dan kini di BRIN). Ia memperoleh gelar Doktor dari Hohenheim University, Stuttgart, Jerman. Karya-karyanya telah menghasilkan sejumlah paten serta meraih berbagai penghargaan nasional dan internasional atas kontribusinya di dunia riset sanitasi dan pengolahan limbah.



Laksmi Wardhani

Laksmi Wardhani adalah konsultan senior lingkungan dan pernah menjabat sebagai Bendahara Umum Ikatan Ahli Teknik Penyehatan dan Lingkungan (IATPI). Ia menyelesaikan studi sarjananya di Universitas Trisakti, Indonesia dan telah berkontribusi dalam berbagai inisiatif perencanaan serta pengelolaan lingkungan.



Tri Anggoro Z

TRI memiliki pengalaman lebih dari 30 tahun sebagai Praktisi dan Konsultan dibidang Sumber Daya Manusia. Selain tetap menekuni bidangnya, lulusan Fakultas Ekonomi Universitas Diponegoro ini juga aktif dalam kegiatan lingkungan, khususnya pengelolaan air limbah domestik, menjembatani aspek teknis dan sosial kemasyarakatan serta pengembangan kompetensi praktisi lingkungan.

FSMA



Buku ini merupakan penjelasan singkat perkembangan unit pengolahan air limbah setempat, yang menunjukkan adanya perubahan ke arah sistem dengan kinerja yang lebih baik daripada tangki septik tradisional. Bukan lagi hanya untuk menjawab isu kesehatan masyarakat, buku ini juga menunjukkan bahwa unit air limbah setempat juga harus memperhatikan upaya perlindungan lingkungan hidup. Apalagi, pemerintah sudah berencana memberlakukan standar yang ketat untuk efluen unit air limbah setempat. Bahkan lebih dari itu, ada wacana untuk mendorong air olahan untuk dapat digunakan kembali, setidaknya untuk penyiraman tanaman. Oleh karena itu, unit-unit setempat yang digunakan harus memberikan manfaat lingkungan yang setara dengan sistem perpipaan.

This book provides a brief overview of the development of on-site wastewater treatment units, demonstrating a shift toward systems with superior performance compared to traditional septic tanks. Beyond merely addressing public health issues, this book highlights that on-site wastewater units must also prioritize environmental protection efforts. Moreover, the government plans to enforce strict effluent standards for on-site wastewater units. Furthermore, there is a movement to encourage the reuse of treated water, at least for plant irrigation. Therefore, the on-site units employed must offer environmental benefits equivalent to centralized sewerage systems.

BRIN Publishing
The Legacy of Knowledge

Diterbitkan oleh:
Penerbit BRIN, anggota Ikapi
Gedung B.J. Habibie Lt. 8,
Jln. M.H. Thamrin No. 8,
Kota Jakarta Pusat 10340
E-mail: penerbit@brin.go.id
Website: penerbit.brin.go.id

DOI: 10.55981/brin.1694



ISBN 978-602-6303-88-2



9 786026 303882