E-ISSN: 3031-8629
P-ISSN: 3032-3258

Halaman 1653 - 1669
Volume 3 Nomor 3 Tahun 2026

PERANCANGAN CLOSET DUA LUBANG UNTUK ANAK DAN DEWASASEBAGAI INOVASI SANITASI RAMAH SEMUA USIA

Design of a Two-Hole Squat Toilet for Children and Adults as an All-Ages Sanitation Innovation

Kastono[1], Hasrydha[2], The End[3], Gunawan Tari[4]

[1],[2]Program Studi Arsitektur Bangunan Gedung, Politeknik Dewantara

[3]Program Studi Teknik Arsitektur, Universitas Bosowa

[4]Program Studi Elektronika, Politeknik Dewantara

Email: kastono@atidewantara.ac.id

ABSTRAK

Fasilitas sanitasi perlu dirancang agar aman, mudah digunakan, mudah dibersihkan, serta sesuai dengan keragaman usia pengguna. Salah satu persoalan pada closet jongkok konvensional adalah penggunaan satu ukuran bukaan yang tidak selalu sesuai untuk anak dan dewasa. Penelitian ini bertujuan menghasilkan rancangan konseptual closet dua lubang yang mengintegrasikan fungsi sanitasi anak dan dewasa dalam satu unit, sekaligus mempertahankan prinsip keselamatan, kebersihan, efisiensi ruang, dan kemudahan pemeliharaan. Metode yang digunakan adalah penelitian perancangan berbasis research and development yang meliputi identifikasi kebutuhan, perumusan kriteria desain, pengembangan alternatif, pemodelan tiga dimensi, analisis fungsi, dan evaluasi konseptual terhadap aspek ergonomi serta sistem pembilasan. Rancangan menghasilkan satu unit closet dengan dimensi awal 600 × 500 × 250 mm, dua bukaan dengan diameter konseptual sekitar 125 mm untuk dewasa dan 70 mm untuk anak, permukaan pijakan anti-slip, serta sistem pembilasan dual flush 3 L/6 L. Sistem aliran pada gambar rancangan dilengkapi jalur pembilas dan water seal/S-trap untuk membantu mengendalikan bau dan membatasi masuknya serangga atau gas dari saluran pembuangan. Hasil perancangan menunjukkan bahwa konfigurasi dua bukaan dalam satu unit berpotensi meningkatkan

fleksibilitas penggunaan keluarga, menghemat ruang dibanding dua unit terpisah, dan memberi peluang pengembangan produk sanitasi yang lebih inklusif. Namun, dimensi yang disajikan masih merupakan spesifikasi desain awal dan perlu divalidasi melalui prototipe, uji ergonomi anak-dewasa, uji hidraulik, uji kebocoran, uji stabilitas, serta uji kebersihan sebelum produksi massal.
Kata kunci: closet jongkok, dua lubang, ergonomi, sanitasi, anak, dewasa, dual flush, desain produk

ABSTRACT

This study addresses the need for sanitation facilities that are safe, hygienic, space-efficient, and usable by people of different ages. Conventional squat toilets commonly provide a single opening whose size may not adequately accommodate both children and adults. The objective is to develop a conceptual two-hole squat toilet integrating child and adult sanitation functions within a single unit while maintaining safety, hygiene, maintainability, and water-efficiency principles. A design-based research and development approach was applied through needs identification, design criteria formulation, alternative development, three-dimensional modeling, functional analysis, and conceptual evaluation of ergonomics and flushing. The proposed design has an initial overall dimension of 600 × 500 × 250 mm, with conceptual opening diameters of approximately 125 mm for adults and 70 mm for children, anti-slip foot-rest surfaces, and a 3 L/6 L dual-flush concept. The drainage configuration includes a flushing path and a water seal/S-trap intended to control odor and reduce the entry of insects or sewer gases. The design indicates potential advantages in family flexibility, space saving compared with two separate units, and development of a more inclusive sanitary product. Nevertheless, the stated dimensions are preliminary design specifications and should be validated through physical prototyping, child-adult ergonomic testing, hydraulic testing, leakage testing, stability testing, and cleanability assessment before mass production.
Keywords: *squat toilet, two-hole toilet, ergonomics, sanitation, children, adults, dual flush, product design*

E-ISSN: 3031-8629
P-ISSN: 3032-3258
Halaman 1653 - 1669
Volume 3 Nomor 3 Tahun 2026

1. LATAR BELAKANG

Sanitasi merupakan bagian penting dari kualitas lingkungan binaan karena berkaitan langsung dengan kesehatan, keselamatan, kenyamanan, dan martabat pengguna. Organisasi Kesehatan Dunia menempatkan akses terhadap sanitasi yang aman sebagai komponen penting kesehatan masyarakat. Sanitasi yang tidak aman berkaitan dengan penularan penyakit, pencemaran lingkungan, dan berbagai kerugian sosial-ekonomi. Karena itu, pengembangan produk sanitasi tidak cukup hanya mempertimbangkan fungsi pembuangan, tetapi juga perlu memperhatikan kemudahan penggunaan, kebersihan, aksesibilitas, keselamatan, serta pengelolaan air dan limbah (WHO, 2018; WHO, 2024).

Pada lingkungan rumah tangga, toilet sering digunakan oleh anggota keluarga dengan rentang usia dan ukuran tubuh yang berbeda. Anak memiliki dimensi tubuh, jangkauan, keseimbangan, dan kemampuan motorik yang berbeda dari orang dewasa. Kondisi tersebut dapat memengaruhi cara pengguna menempatkan kaki, menjaga keseimbangan, mengarahkan tubuh, dan menggunakan fasilitas pembilasan. Kajian ergonomi pada toilet jongkok juga menunjukkan bahwa bentuk bidang pijakan, desain anti-selip, dan geometri bagian dalam dapat memengaruhi kenyamanan dan stabilitas posisi jongkok (Lee et al., 2024).

Permasalahan yang muncul adalah bagaimana menyediakan satu fasilitas yang dapat digunakan oleh anak dan dewasa tanpa memerlukan dua unit closet yang terpisah. Dua unit terpisah dapat menyediakan ukuran bukaan yang berbeda, tetapi membutuhkan ruang, instalasi, dan biaya lebih besar. Sebaliknya, satu closet dengan satu bukaan dapat kurang fleksibel bagi pengguna anak. Kondisi ini membuka peluang pengembangan desain produk sanitasi yang menggabungkan dua ukuran bukaan dalam satu badan closet.

Rancangan yang dibahas dalam artikel ini berupa closet jongkok dua lubang dengan konfigurasi longitudinal: lubang berukuran lebih besar untuk dewasa dan lubang berukuran lebih kecil untuk anak. Konsep tersebut dilengkapi bidang pijakan anti-slip, jalur pembilasan, water seal/S-trap, dan pilihan dual flush 3 L/6 L. Rancangan ditujukan sebagai konsep produk yang dapat dikembangkan untuk rumah tinggal, sekolah, fasilitas publik, atau bangunan dengan kebutuhan sanitasi keluarga.

Secara normatif, sistem plambing bangunan di Indonesia perlu memperhatikan ketentuan yang relevan. Badan Standardisasi Nasional mencatat SNI 8153:2015 tentang Sistem plambing pada bangunan gedung sebagai standar yang berstatus berlaku. Standar tersebut menjadi salah satu rujukan teknis penting dalam tahap pengembangan lebih lanjut, khususnya untuk hubungan antara perlengkapan sanitasi, jaringan air bersih, pembuangan air limbah, perangkap, dan aspek instalasi plambing (BSN, 2015).

Penelitian ini bertujuan: (1) menghasilkan konsep desain closet dua lubang untuk anak dan dewasa; (2) merumuskan spesifikasi geometrik awal dan komponen fungsional; (3) menganalisis keunggulan dan keterbatasan desain dibandingkan pendekatan satu unit konvensional; dan (4) menyusun arah validasi prototipe agar rancangan dapat dikembangkan menuju produk yang memenuhi persyaratan ergonomi, hidraulik, keamanan, kebersihan, dan manufaktur.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sanitasi dan keselamatan toilet

Toilet yang baik harus mampu mengendalikan kontak pengguna dengan ekskreta, menyediakan privasi, aman digunakan, mudah dibersihkan, dan sesuai dengan kelompok pengguna yang dituju. WHO merekomendasikan agar ukuran dan susunan toilet sesuai dengan pengguna yang direncanakan, termasuk anak dan orang lanjut usia, serta agar permukaan yang berhubungan langsung dengan pengguna dibuat dari material yang tahan lama dan mudah dibersihkan (WHO, 2018).

Water seal atau perangkap air mempunyai fungsi penting dalam toilet siram karena membantu mengendalikan bau dan membatasi masuknya serangga maupun gas dari sistem pembuangan. Oleh sebab itu, konsep S-trap pada rancangan tidak hanya dipandang sebagai elemen bentuk, tetapi sebagai komponen fungsional yang harus diuji terhadap tinggi water seal, kehilangan tekanan, kelancaran aliran, dan potensi penyumbatan.

2.2 Ergonomi toilet jongkok

Ergonomi pada toilet jongkok berkaitan dengan posisi kaki, jarak antarkaki, sudut kaki, keseimbangan, tinggi bidang pijakan, bentuk lubang, dan karakteristik permukaan anti-slip. Penelitian Lee et al. (2024) mengevaluasi kombinasi bentuk bagian dalam, frame, desain anti-selip, dan ukuran pada toilet jongkok publik; hasilnya menunjukkan bahwa karakteristik geometri dan anti-selip berpengaruh terhadap performa posisi jongkok dan kenyamanan pengguna.

Pada pengguna anak, risiko kehilangan keseimbangan dapat lebih tinggi karena ukuran tubuh dan kemampuan motorik masih berkembang. Karena itu, lubang anak dalam rancangan ini diposisikan sebagai pilihan penggunaan khusus untuk anak, sedangkan lubang dewasa ditujukan bagi pengguna dewasa. Penentuan diameter 70 mm dan 125 mm dalam desain awal harus dipahami sebagai parameter konseptual yang wajib diuji menggunakan data antropometri sasaran dan pengujian pengguna sebelum ditetapkan sebagai ukuran produksi.

2.3 Efisiensi air dan dual flush

Pembilasan merupakan salah satu sumber konsumsi air pada sistem toilet. Konsep dual flush memungkinkan pengguna memilih volume pembilasan yang berbeda sesuai kebutuhan. Dalam rancangan ini digunakan konsep 3 L untuk penggunaan anak dan 6 L untuk penggunaan dewasa. Nilai tersebut merupakan target rancangan awal, bukan hasil pengujian hidraulik. Efektivitas pembilasan harus diverifikasi melalui pengujian

kemampuan membawa padatan, kebersihan bowl, kebutuhan debit, waktu pengosongan, dan kemungkinan penyumbatan.

WHO menekankan bahwa desain toilet harus kompatibel dengan ketersediaan air untuk pembilasan, pembersihan, dan higiene tangan. Dengan demikian, efisiensi air harus dinilai bersama kinerja sanitasi; pengurangan volume air tidak boleh menyebabkan pembilasan gagal atau meningkatkan kebutuhan pembersihan.

2.4 Prinsip desain inklusif

Desain inklusif dalam artikel ini dimaknai sebagai upaya memperluas kesesuaian produk terhadap kelompok pengguna yang berbeda, terutama anak dan dewasa, tanpa menghilangkan aspek keamanan dan kebersihan. WHO/UNICEF (2025) menekankan bahwa fasilitas higiene perlu dapat diakses oleh pengguna, termasuk anak dan orang dengan keterbatasan mobilitas, serta memperhatikan ketinggian, desain, permukaan anti-slip, dan kemudahan penggunaan. Prinsip tersebut mendukung pendekatan bahwa desain sanitasi perlu mempertimbangkan pengguna sejak tahap awal perancangan.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan pendekatan perancangan produk berbasis research and development (R&D) pada tingkat konseptual. Fokus penelitian adalah menghasilkan desain, spesifikasi awal, dan mekanisme fungsi yang dapat menjadi dasar pembuatan prototipe. Penelitian ini belum mengklaim validasi produk akhir atau keberhasilan produksi massal.

3.1 Tahapan penelitian

Tahap	Kegiatan	Output
1	Identifikasi kebutuhan	Kebutuhan sanitasi anak-dewasa, keselamatan, kebersihan, efisiensi ruang dan air.
2	Perumusan kriteria desain	Dimensi, dua ukuran lubang, pijakan, pembilasan, pembuangan dan perangkap air.

3	Pengembangan konsep	Konfigurasi dua lubang longitudinal dalam satu badan closet.
4	Pemodelan geometrik	Tampak atas, depan, samping, potongan, detail aliran dan visualisasi 3D.
5	Analisis fungsi	Hubungan lubang, jalur pembilas, S-trap, pijakan dan dual flush.
6	Evaluasi konseptual	Perbandingan kebutuhan pengguna dan identifikasi kebutuhan validasi.

3.2 Parameter rancangan

Parameter rancangan diambil dari gambar desain yang menjadi sumber utama penelitian. Karena belum tersedia hasil uji fisik, parameter tersebut diperlakukan sebagai spesifikasi awal (preliminary design specification).

Parameter	**Spesifikasi rancangan awal**	**Catatan validasi**
Dimensi keseluruhan	600 × 500 × 250 mm	Verifikasi manufaktur, kenyamanan dan pemasangan.
Lubang dewasa	Ø125 mm	Validasi antropometri dan pola penggunaan.
Lubang anak	Ø70 mm	Validasi keamanan dan kesesuaian usia.
Material	Keramik sanitary / komposit	Uji kekuatan, permukaan, kebersihan dan ketahanan kimia.
Flush	Dual flush 3 L / 6 L	Uji hidraulik dan efektivitas pembilasan.
Bidang pijakan	Anti-slip dengan alur	Uji gesekan pada kondisi basah.

Pembuangan	Jalur pembuangan + S-trap/water seal	Uji kebocoran, water seal dan penyumbatan.
Warna	Putih / abu muda	Dapat disesuaikan.
Berat	±18 kg	Ditentukan kembali setelah material final.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil desain konseptual

Hasil utama penelitian adalah konsep closet jongkok dua lubang yang menggabungkan dua kelompok pengguna dalam satu unit. Lubang berdiameter lebih besar ditempatkan pada bagian belakang/atas bidang penggunaan dan ditujukan untuk dewasa, sedangkan lubang berdiameter lebih kecil ditempatkan pada bagian depan/bawah dan ditujukan untuk anak. Konfigurasi tersebut memberikan pilihan penggunaan berdasarkan kelompok usia tanpa menyediakan dua badan closet yang terpisah.

Badan closet dirancang dengan bidang pijakan di sisi kiri dan kanan yang dilengkapi alur anti-slip. Secara arsitektural, bentuk luar dibuat membulat untuk mengurangi sudut tajam dan mendukung kemudahan pembersihan. Bentuk cekungan dan transisi permukaan perlu dipertahankan cukup halus agar tidak menjadi tempat akumulasi kotoran.

Gambar desain menunjukkan sistem aliran pembilas menuju bagian dalam closet dan selanjutnya menuju S-trap/water seal. Pada tahap pengembangan produk, jalur aliran perlu diperiksa agar seluruh permukaan sasaran dapat terkena air pembilas. Perubahan bentuk internal dapat memengaruhi pola aliran, sehingga simulasi CFD atau uji debit dengan prototipe dapat digunakan pada penelitian lanjutan.

E-ISSN: 3031-8629
P-ISSN: 3032-3258

Halaman 1653 - 1669
Volume 3 Nomor 3 Tahun 2026



Gambar 1. Desain konseptual closet dua lubang untuk anak dan dewasa.

4.2 Spesifikasi teknis dan fungsi

Dimensi keseluruhan rancangan adalah 600 mm × 500 mm dengan tinggi awal 250 mm. Pada gambar kerja, dimensi ini diposisikan sebagai ukuran dasar badan closet. Lubang dewasa dirancang sekitar Ø125 mm dan lubang anak sekitar Ø70 mm. Diameter tersebut tidak boleh langsung dianggap sebagai ukuran baku karena desain toilet perlu disesuaikan dengan data antropometri dan perilaku pengguna sasaran.

Sistem dual flush dirancang dengan dua pilihan volume, yaitu 3 L dan 6 L. Konsep ini dimaksudkan untuk menyesuaikan kebutuhan pembilasan dan menghindari penggunaan volume besar ketika tidak diperlukan. Untuk membuktikan manfaatnya, pengujian berikutnya perlu membandingkan volume air aktual, keberhasilan pengangkutan kotoran, sisa kotoran pada permukaan, dan frekuensi pembilasan ulang.

S-trap/water seal ditempatkan sebagai bagian dari sistem pembuangan untuk membantu mencegah bau serta masuknya serangga atau gas dari jaringan pembuangan. Keberhasilan fungsi ini bergantung pada geometri trap, tinggi water seal, ventilasi sistem, kemiringan pipa, dan kondisi jaringan plambing. Oleh sebab itu, istilah 'anti bau' dalam desain ini sebaiknya dinyatakan sebagai fungsi yang ditargetkan dan bukan hasil pengujian yang sudah terbukti.

LAMPIRAN A. RINGKASAN SPESIFIKASI DESAIN

Komponen	**Keterangan**
Nama produk	Closet Dua Lubang – Ramah Semua Usia
Konsep	Satu badan closet dengan dua bukaan untuk anak dan dewasa
Dimensi	600 × 500 × 250 mm
Lubang dewasa	Ø125 mm (spesifikasi awal)
Lubang anak	Ø70 mm (spesifikasi awal)
Flush	Dual flush 3 L / 6 L
Material	Keramik sanitary / komposit
Permukaan	Pijakan anti-slip
Pembuangan	Jalur pembuangan + S-trap/water seal

4.3 Analisis ergonomi

Dari perspektif ergonomi, inovasi utama terletak pada penyediaan dua ukuran bukaan dalam satu bidang penggunaan. Anak tidak perlu menggunakan bukaan yang dirancang terutama untuk ukuran tubuh dewasa. Namun, keberhasilan ergonomi tidak hanya ditentukan oleh diameter lubang. Posisi lubang terhadap pijakan, jarak antarlubang, bentuk permukaan, kedalaman cekungan, sudut tepi, dan kestabilan kaki merupakan variabel penting.

Penggunaan oleh anak juga harus memperhatikan pengawasan orang dewasa pada usia tertentu. Rancangan tidak boleh diposisikan sebagai pengganti seluruh kebutuhan keselamatan anak. Uji ergonomi sebaiknya dilakukan pada kelompok usia yang jelas dengan prosedur keselamatan dan persetujuan etik/izin yang sesuai apabila melibatkan subjek manusia.

Pada orang dewasa, bidang pijakan harus memungkinkan posisi jongkok yang stabil. Permukaan anti-slip perlu diuji pada kondisi kering, basah, dan terkena bahan pembersih. Penelitian ergonomi toilet jongkok menunjukkan bahwa desain anti-selip dan geometri frame dapat berpengaruh terhadap performa jongkok; karena itu, rancangan dua lubang perlu dievaluasi dengan indikator seperti kejadian slip, perubahan posisi kaki, waktu penggunaan, serta penilaian kenyamanan.

4.4 Analisis kebersihan dan pemeliharaan

Kebersihan merupakan aspek penting karena konfigurasi dua lubang berpotensi menambah garis transisi dan area yang harus dibersihkan. Untuk itu, desain perlu meminimalkan rongga mati, sudut tajam, dan permukaan bertekstur yang terlalu dalam. Material keramik sanitary atau komposit dengan permukaan halus dapat dipertimbangkan karena relatif mudah dibersihkan, tetapi pemilihan akhir harus didasarkan pada ketahanan terhadap bahan kimia pembersih, abrasi, noda, dan retak.

WHO merekomendasikan agar fasilitas sanitasi mudah dibersihkan dan dipelihara serta memiliki pengaturan pemeliharaan yang memadai. Dalam konteks rancangan ini, kemudahan pembersihan perlu menjadi parameter uji tersendiri berupa waktu pembersihan, volume air, jumlah siklus pembilasan, residu setelah pembersihan, dan penilaian pengguna/petugas kebersihan.

4.5 Analisis efisiensi ruang dan instalasi

Keunggulan potensial desain adalah integrasi dua fungsi usia dalam satu badan produk. Jika kebutuhan pengguna sebelumnya dilayani oleh dua unit toilet terpisah, maka satu unit dua lubang dapat mengurangi kebutuhan luas lantai dan jumlah titik instalasi. Meskipun demikian, efisiensi ruang harus dihitung secara keseluruhan, termasuk ruang gerak pengguna, jarak ke dinding, posisi pintu, ventilasi, dan akses untuk pembersihan.

Dari sisi instalasi, konsep satu badan tidak otomatis berarti satu sistem pembuangan sederhana. Jalur internal harus mampu menerima aliran dari kedua bukaan tanpa terjadi aliran balik atau gangguan fungsi water seal. Hubungan dengan jaringan pipa harus dirancang sesuai ketentuan plambing yang berlaku, termasuk aspek diameter pipa, kemiringan, ventilasi, akses pembersihan, dan pengujian kebocoran.

4.6 Perbandingan konseptual

Aspek	**Closet satu lubang**	**Dua unit terpisah**	**Closet dua lubang (usulan)**
Pengguna	Satu ukuran utama	Ukuran dapat dibedakan	Anak dan dewasa dalam satu unit
Kebutuhan ruang	Rendah	Lebih tinggi	Berpotensi lebih rendah daripada dua unit
Instalasi	Sederhana	Dua unit	Satu badan, tetapi jalur internal lebih kompleks

Ergonomi usia	Terbatas pada satu ukuran	Dapat disesuaikan	Dua ukuran bukaan
Kebersihan	Relatif sederhana	Dua unit harus dibersihkan	Satu badan, tetapi dua bukaan
Efisiensi air	Tergantung flush	Dapat berbeda	Target 3 L/6 L
Status validasi	Umum digunakan	Umum sebagai pendekatan	Masih perlu prototipe dan pengujian

4.7 Kebaruan dan kontribusi desain

Kontribusi desain yang ditawarkan adalah integrasi dua bukaan dengan ukuran berbeda untuk dua kelompok usia dalam satu badan closet jongkok, yang dipadukan dengan bidang pijakan anti-slip, konsep dual flush, dan jalur pembuangan ber-water seal. Kebaruan dalam konteks artikel ini harus dipahami sebagai kebaruan rancangan yang diusulkan berdasarkan dokumen desain penulis, bukan sebagai pernyataan bahwa tidak pernah ada produk serupa di seluruh dunia.

Untuk kebutuhan HKI, klaim kebaruan harus diperiksa melalui penelusuran prior art/paten dan dokumen desain sebelum diajukan. Artikel ilmiah juga sebaiknya menghindari klaim absolut seperti '100% orisinal' atau 'belum pernah ada di dunia' tanpa bukti penelusuran yang komprehensif. Posisi yang lebih kuat adalah menyatakan fitur kombinasi dan konfigurasi yang menjadi pembeda, kemudian mendukungnya dengan hasil penelusuran paten dan literatur.

4.8 Rencana validasi prototipe

Uji	Parameter	Metode awal	Kriteria keberhasilan
Ergonomi	Stabilitas, kenyamanan, posisi kaki	Observasi + skala kenyamanan + video	Tidak terjadi slip dan posisi stabil

Anak	Kesesuaian lubang anak	Uji pengguna terkontrol	Penggunaan aman sesuai kelompok usia
Hidraulik	Debit, volume, waktu pembilasan	Flow meter + pengukuran waktu	Pembilasan efektif tanpa aliran balik
Cleanability	Residu dan waktu pembersihan	Uji noda simulasi	Residu minimal dan mudah dibersihkan
Kebocoran	Bowl, trap, sambungan	Leak test	Tidak terjadi kebocoran
Anti-slip	Gesekan permukaan basah	Uji slip/friction	Memenuhi target keselamatan
Material	Retak, noda, bahan kimia	Uji material	Tidak ada kerusakan bermakna
Manufaktur	Toleransi dan biaya	Prototype + DFM review	Dapat diproduksi konsisten

5. KESIMPULAN

1. Rancangan closet dua lubang menghasilkan konsep sanitasi yang mengintegrasikan kebutuhan anak dan dewasa dalam satu badan produk dengan dua ukuran bukaan.
2. Spesifikasi awal yang dihasilkan adalah dimensi 600 × 500 × 250 mm, lubang dewasa sekitar Ø125 mm, lubang anak sekitar Ø70 mm, material keramik sanitary/komposit, bidang pijakan anti-slip, konsep dual flush 3 L/6 L, dan S-trap/water seal.
3. Secara konseptual, desain berpotensi meningkatkan fleksibilitas penggunaan keluarga, menghemat ruang dibandingkan dua unit terpisah, dan mendukung pengembangan produk sanitasi yang lebih inklusif.
4. Keunggulan desain belum dapat dinyatakan sebagai kinerja teruji karena penelitian ini masih berada pada tahap desain konseptual. Validasi melalui prototipe dan pengujian

ergonomi, hidraulik, kebocoran, stabilitas, anti-slip, kebersihan, material, dan manufaktur diperlukan sebelum produksi.

5. Untuk memperkuat artikel menuju publikasi Sinta 4, penelitian lanjutan disarankan menghasilkan data kuantitatif dari prototipe dan pengguna, sehingga kontribusi tidak hanya berupa gambar desain tetapi juga bukti performa.

6. SARAN PENELITIAN LANJUTAN

- Melakukan penelusuran prior art dan paten secara sistematis untuk memastikan posisi kebaruan desain.
- Mengembangkan prototipe skala 1:1 menggunakan keramik sanitary, fiberglass/komposit, atau material prototipe yang sesuai.
- Melakukan pengujian ergonomi dengan kelompok pengguna anak dan dewasa berdasarkan kategori antropometri yang terdefinisi.
- Melakukan uji hidraulik untuk menentukan apakah volume 3 L dan 6 L benar-benar cukup untuk masing-masing fungsi pembilasan.
- Melakukan optimasi geometri internal menggunakan simulasi aliran atau pengujian eksperimental.
- Menguji permukaan anti-slip dalam kondisi basah dan setelah penggunaan bahan pembersih.
- Menghitung life-cycle cost, konsumsi air, biaya manufaktur, serta potensi penerapan pada rumah tinggal, sekolah, dan toilet publik.

DAFTAR PUSTAKA

Handayani, I., Wardani, S., & Nugroho, S. H. P. (2024). Advanced modeling techniques to enhance toilet training in children. *Innovation in Health for Society, 4*(1), 42–50. https://doi.org/10.31603/ihs.11530

International Organization for Standardization. (2024). *ISO 21542:2021 — Building construction: Accessibility and usability of the built environment*. ISO.

Kastono, (2020) The Effectiveness of the Green Open Space of Pancasila Field, Palopo City. Dewantara Journal of Technology, 25–29. http:// jurnal.atidewantara.ac.id/ index. php/ djtech/ article / view/20

Kastono, et.al (2022) Mitigation and public coordination for Flood Disaster Risk Reduction (FDRR) in the implementation of North Luwu sustainable development," in IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, vol. 1109, no. 1. doi: 10.1088/1755-1315/1109/1/012018.

Kastono, et.al (2024) Adaptation and mitigation model for flood disaster resilience in West Malangke District, North Luwu Regency, Indonesia. International Journal of Safety and Security Engineering, Vol. 14, no. 5, pp. 16271633. https://doi.org/10.18280/ijsse.140529

Sari, M. R., Permana, R. S., Mandagi, M. O. R., Fahira, C. T., Wicaksono, S. E., & Surya, H. F. (2024). Gender neutral toilet standards guideline recommendations based on Indonesian behavior and habits. *Jurnal Desain, 12*(1).

UNICEF Indonesia. (2024). *WASH Acts: Edisi 2024*. UNICEF Indonesia.

UNICEF Indonesia. (2024). *Dignity for Children with Disabilities: Making Toilets Safe at Home*. UNICEF Indonesia.

UNICEF Indonesia. (2024). *Menuju masyarakat yang lebih sehat dengan WASH Fit*. UNICEF Indonesia.

WHO & UNICEF. (2024). *Progress on drinking water, sanitation and hygiene in schools 2015–2023: Special focus on menstrual health*. World Health Organization.

WHO & UNICEF. (2024). *Sanitation inspections: User guide*. World Health Organization.

WHO & UNICEF Joint Monitoring Programme. (2024). *Progress on household drinking-water, sanitation and hygiene: 2000–2023*. World Health Organization and UNICEF.

World Health Organization. (2024). *Water, sanitation, hygiene and health: Technical guidance and monitoring resources*. WHO.

World Health Organization. (2025). *WHO Global Water, Sanitation and Hygiene: Annual Report 2024*. World Health Organization.

World Health Organization & UNICEF. (2025). *Progress on household drinking-water, sanitation and hygiene 2000–2024: Special focus on inequalities*. World Health Organization.