

Perancangan Toilet DU – 3E Bagi Masyarakat Indonesia

Melindawati Muchtar^{1*}, Anda Iviana Juniani², dan Wiediartini³

Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, Indonesia.^{1,2}

*Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, Indonesia.*³

E-mail: melindaem22@gmail.com^{1*}

Abstract – *Water is an important element for the life of living things on earth. However, the high level of human need for clean water is not comparable to the level of availability. The decrease of clean water sources in Indonesia due to pollution by pentogen bacteria, such as E. coli. These bacteria come from sanitation systems in Indonesia. This research will design a toilet with the basic principle of DU - 3E. Toilet ergonomics, ecological, easy maintenance, difable availability, and user centered for the people of Indonesia. Toilet design development uses the Ulrich method to get the best design. A list of concept needs was obtained through researchers observations of disability needs when engaged in toilet activities. In addition, an ergonomic approach is carried out through the anthropometric approach of the Indonesian people. The toilet designed by the basic principle of "not mixing" between feces and urine. There is a foot support on the toilet to form a 35° angle between pelvic flexion and the user's rectal canal.*

Keywords: *Ulrich Method, Toilet Design, Ergonomics, Disability, Indonesian Society*

1. PENDAHULUAN

Air merupakan elemen penting bagi kehidupan makhluk hidup di muka bumi. Penggunaan air sendiri hampir mencakup di seluruh bidang kehidupan manusia. Mulai dari mandi cuci kakus, memasak, dan aktivitas lainnya. Dapat disimpulkan bahwa keberadaan air ini menjadi elemen vital bagi kehidupan manusia dan lingkungan sekitar. Pemenuhan kebutuhan manusia terhadap sumber air bersih menjadi hak asasi setiap manusia. Namun, tingginya tingkat kebutuhan manusia tidak sebanding dengan tingkat ketersediaannya. Sumber air bersih yang menipis merupakan permasalahan serius untuk masyarakat global maupun nasional. Pada tahun 2017, KEMENKES RI melakukan data riset tentang sumber air minum layak pada tahun 2014 – 2016. Data yang di keluarkan mencakup seluruh provinsi di Indonesia. Hasil penelitian tersebut berupa perbandingan pada tahun 2014 – 2016 yang menunjukkan akses air bersih mengalami penurunan pada beberapa provinsi padat penduduk. Menurut Susilo dalam Samidjo (2015) dalam majalah ilmiah pawiyatan, Krisis air saat ini bukan lagi tentang keberadaan sumber yang tidak memenuhi kebutuhan manusia, tetapi krisis dalam hal pengolahan sumber akibat ulah manusia ditambah dengan kondisi lingkungan yang kurang mendukung. Kondisi ini juga disebabkan oleh pencemaran – pencemaran akibat aktivitas manusia. Menurut Adriani et al (2014), menurunnya sumber air bersih masyarakat di sebabkan adanya pencemaran sumber air yang disebabkan oleh bakteri pantogen seperti E. Coli. Bakteri ini berasal dari limbah kotoran manusia

pada sistem sanitasi yang ada di Indonesia. Setidaknya 60% tempat akhir pembuangan kotoran (septik tank) yang dirancang oleh masyarakat memiliki jarak kurang lebih 10 meter dari sumur rumah tangga. Melihat kondisi tersebut, penghematan dalam penggunaan air bukanlah hal yang dapat ditawar lagi. Selain itu, berpikir solutif juga diperlukan untuk penanggulangan terjadinya pencemaran tersebut.

Perancangan toilet ramah lingkungan akan menjadi salah satu tujuan pada penelitian kali ini. Jika kita lihat dari sisi budaya sanitasi yang ada di Indonesia saat ini terdapat dua jenis. Yakni budaya toilet jongkok – basah dan toilet duduk – kering. Sirikov (2000) melakukan penelitian mengenai penggunaan toilet dengan berbagai posisi. Salah satu posisi dibuat mendekati posisi jongkok. Dari penelitan tersebut, menghasilkan bahwasanya pengguna toilet duduk membutuhkan waktu lebih dibanding pengguna toilet mendekati posisi jongkok. Sirikov juga mencatat mengenai perasaan para responden saat bertolilet. Hasilnya, responden yang menggunakan toilet duduk mengaku kesulitan dalam melakukan buang air besar. Namun, menurut penelitian Soenandi dan Malvin (2013) berlama – lama dalam menggunakan toilet jongkok dapat menyebabkan kaki kram dan nyeri. Atas dasar permasalahan – permasalahan diatas, penelitian kali ini akan merancang sedemikian rupa sebuah toilet dengan 5 dasar prinsip yang akan diusung. Prinsip – prinsip tersebut dirangkum menjadi DU – 3E. Toilet ergonomics, ecological, easy maintenance, difable availability, dan user centered bagi masyarakat Indonesia.

2. METODOLOGI

Metode pengembangan desain toilet yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Ulrich*. Pada metode *Ulrich* dilakukan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi dan merumuskan masalah.
2. Melakukan pengkajian produk yang telah ada di Indonesia.
3. Menyusun daftar kebutuhan produk.
4. Menetapkan spesifikasi produk.
5. Melakukan pengembangan konsep desain.
6. Mendetail Konsep berupa 2 Dimensi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Identifikasi Daftar Kebutuhan Produk

Daftar kebutuhan produk toilet DU – 3E bagi masyarakat Indonesia disusun melalui pengamatan peneliti terhadap kebutuhan pengguna *difabel* saat bert toilet. Pengamatan dilakukan dengan mengamati praktik bert toilet yang dilakukan oleh objek. Selain dari pengamatan, peneliti juga melakukan wawancara singkat. Objek pengamatan merupakan seseorang dengan kekurangan fisik, berupa kaki melengkung kearah dalam dan otot kaku pada bagian leher.

Tabel 1: Hasl Pengamatan Peneliti

Daftar Pertanyaan	Kesimpulan Jawaban Pengguna
Apa saja kendala yang sering anda rasakan ketika menggunakan toilet baik di rumah maupun di masyarakat umum?	<ul style="list-style-type: none"> - Tidak cukup ruang untuk kursi roda masuk ke dalam ruangan. - Tidak ada pegangan disekitar toilet. - Fasilitas toilet kurang, seperti tisu toilet - terkadang tidak ada/habis. - Susah untuk menyiram toilet, karena <i>flush</i> berada di belakang.
Apakah ada upaya yang anda dan keluarga lakukan ketika mengalami kendala tersebut?	<ul style="list-style-type: none"> - Memasuki toilet dengan cara di gotong oleh keluarga - Saat melakukan kegiatan, salah satu anggota keluarga menemani tidak jauh dari pengguna.
Apakah kloset duduk membuat anda sulit membuang air besar? Jika sulit, apakah ada upaya yang anda lakukan?	Terkadang. Ketika sulit melakukan kegiatan buang air besar, pengguna harus membungkukkan badan agar mudah mengeluarkan tinja. Makan sayur atau yang berserat juga pengguna lakukan.
Toilet seperti apa yang anda harapkan?	Toilet yang bersih, mudah untuk digunakan untuk pengguna kursi roda.

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan dan 5 prinsip dasar yang diusung peneliti, langkah selanjutnya menyusun tabel kebutuhan pengguna terhadap desain toilet. Daftar tersebut di susun dalam Tabel 2. Tabel Kebutuhan Pengguna sebagai berikut ini :

Tabel 2: Kebutuhan Pengguna

No	Kebutuhan pengguna	No	Kebutuhan pengguna
1	Keergonomian Toilet	6	Keleluasaan pergerakan kursi roda
2	Dapat digunakan oleh pengguna difable	7	Mudah perawatannya
3	Mudah digunakan	8	Ramah lingkungan
4	Terdapat handrail	9	Estetika toilet
5	Terdapat sandaran punggung		

Dari daftar kebutuhan pengguna yang telah disusun, kebutuhan pengguna di kelompokkan menjadi 3 kriteria utama produk. Ketiga kriteria tersebut digunakan sebagai spesifikasi produk yang diuraikan melalui Tabel 3 Daftar Spesifikasi Produk berikut:

Tabel 3: Daftar Spesifikasi Produk

Teknik Desain dan Manufaktur PPNS		Daftar Kebutuhan Produk Nama Produk : Toilet DU-3E	Halaman 1 dari 1
Perubahan	S/H	Uraian Kebutuhan	Penanggung Jawab
	Syarat Harapan	1. Ergonomis: a. nyaman saat digunakan b. terdapat sandaran punggung	Tim desain
	Syarat	2. Perawatan / Pemeliharaan : a. Mudah dirawat/ dibersihkan	Tim desain
	Syarat Syarat Syarat	3. Akses penggunaan a. dapat digunakan oleh disabilitas b. dapat mengakomodasi pergerakan kursi roda c. terdapat handrail	Tim desain

Daftar spesifikasi dengan keterangan syarat, akan menjadi spesifikasi yang harus terpenuhi pada konsep desain toilet DU – 3E. Sedangkan daftar spesifikasi dengan keterangan Harapan, akan menjadi spesifikasi yang dapat dipenuhi maupun tidak dipenuhi.

3.2 Analisis Ukuran Anthropometri

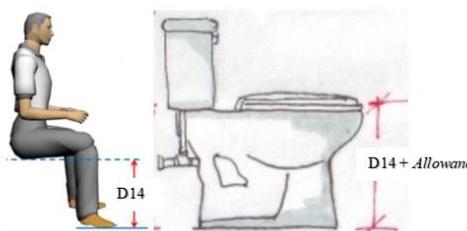
Dalam kegiatan analisis ukuran anthropometri, data yang digunakan ialah data anthropometri Eko Nurmianto (2014).

3.2.1 Bagian Toilet

a. Tinggi Toilet

Tinggi Toilet menggunakan ukuran tinggi polipetal anthropometri masyarakat Indonesia. Dimana, tinggi polipetal (D14) merupakan ukuran vertikal dari kaki sampai ke paha bagian bawah. Ukuran polipetal pria presentil 5% dipilih sebagai tinggi toilet. Selain itu, ada penambahan

ukuran (allowance) tinggi sepatu sebesar 30 mm untuk mengakomodasi tinggi pengguna beralas kaki.

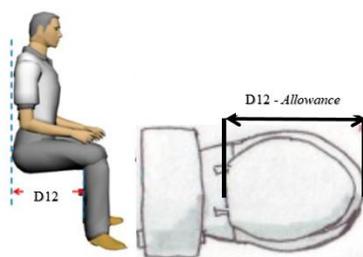


Gambar 1. Tinggi Toilet

$$\begin{aligned} \text{Tinggi toilet} &= D14 \text{ pria presentil } 5\% + \\ &\quad \text{Allowance} \\ &= 361 \text{ mm} + 30 \text{ mm} \\ &= 391 \text{ mm} \end{aligned}$$

b. Panjang Dudukan Toilet

Panjang dudukan toilet menggunakan jarak *horizontal* lekuk lutut bagian dalam sampai pada bagian terluar pantat (D12). Panjang dudukan toilet menggunakan ukuran pria presentil 50%, agar posisi pengguna berada di tengah toilet. Selain itu, ada pengurangan ukuran (allowance) 20 mm dikarenakan saat bertolilet, akan ada lipatan kain pada lekuk lutut bagian dalam sehingga pengurangan ukuran akan memberikan ruang untuk keleluasaan gerak pengguna.

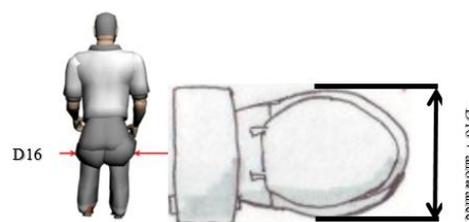


Gambar 2. Panjang Dudukan Toilet

$$\begin{aligned} \text{Panjang dudukan toilet} &= D12 \text{ pria} \\ &\text{presentil } 50\% - \text{Allowance} \\ &= 450 \text{ mm} - 20 \text{ mm} \\ &= 430 \text{ mm} \end{aligned}$$

c. Lebar Dudukan Toilet

Lebar dudukan luar toilet yakni jarak lebar pinggul (D16). Dimana, lebar pinggul merupakan jarak *horizontal* bagian sebelah kanan terluar pinggul hingga bagian sebelah kiri luar pinggul. Ukuran lebar dudukan toilet ini terdapat 2 ukuran yakni, ukuran luar dan ukuran dalam. Untuk ukuran luar dudukan toilet menggunakan wanita presentil 50%. Dengan penambahan ukuran 30 mm pada setiap sisi, dikarenakan lebar pinggul terbesar berada pada wanita. Penambahan ukuran allowance ini untuk memberikan kenyamanan pada pengguna saat menggunakan produk.

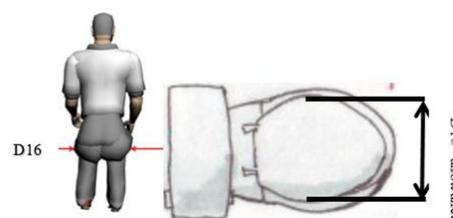


Gambar 3. Lebar Luar Dudukan Toilet

Maka perhitungan lebar dudukan luar toilet :

$$\begin{aligned} \text{Lebar dudukan luar} &= D16 \text{ wanita} \\ &\text{presentil } 50\% + \text{Allowance} \\ &= 345 \text{ mm} + 30 \text{ mm} \\ &= 375 \text{ mm} \end{aligned}$$

Sedangkan untuk lebar dudukan dalam toilet menggunakan pria presentil 5%, dikurangi 30 mm pada setiap sisi. Ukuran ini dipilih, dikarenakan ukuran pinggang terkecil berada pada pria. Jika dipilih ukuran lebih besar, toilet tidak bisa mencakup pengguna pria presentil 1% dikarenakan besarnya lubang dudukan toilet. ataupun sebaliknya, jika dipilih presentil 1% akan memberikan ketidaknyamanan pengguna presentil 99% dikarenakan lubang toilet yang terlalu kecil.



Gambar 4. Lebar Dalam Dudukan Toilet

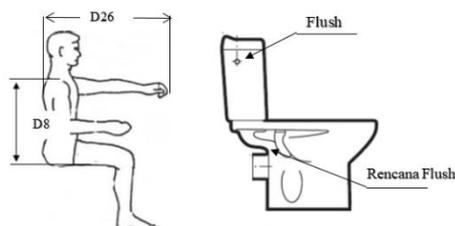
Maka perhitungan lebar dudukan dalam toilet :

$$\begin{aligned} \text{Lebar dudukan dalam} &= D16 \text{ pria presentil} \\ &5\% - \text{Allowance} \\ &= 291 \text{ mm} - 30 \text{ mm} \\ &= 261 \text{ mm} \end{aligned}$$

d. Letak tombol flush

Tombol *flush* merupakan item penting saat menggunakan toilet. Tombol flush dirancang sedemikian rupa agar dapat dijangkau dengan mudah oleh pengguna. Ukuran yang digunakan pada perancangan tombol flush ialah ketinggian bahu ketika duduk (D8), jarak jangkauan (D26) dan memperhatikan rotasi jangkauan maksimal 45° kearah belakang. Ukuran yang digunakan baik untuk D8 maupun D26 ialah wanita presentil 5%. Perencanaan penempatan flush pada toilet ini, berada di bagian bawah toilet. tujuannya agar lebih mudah di jangkau oleh pengguna saat masih berada diatas toilet. pemilihan

ukuran wanita presentil 5% cukup beralasan, karena jarak jangkauan terkecil berada pada wanita presentil 5%. Dengan perencanaan *flush* dibawah, sehingga meminimalisir terjadinya pembungkukan badan untuk mengapai *flush*.



Gambar 5. Perencanaan Letak Flush

Maka perhitungan posisi tombol flush dari tinggi toilet maksimal :

$$\begin{aligned} \text{Posisi tombol flush} &= D26 \text{ presentil wanita } 5\% - D8 \text{ presentil wanita } 5\% \\ &= 610 \text{ mm} - 501 \text{ mm} \\ &= 109 \text{ mm} \end{aligned}$$

Sehingga peletakkan tombol flush dari tinggi toilet maksimal 109 mm dengan rotasi pergerakan 45° kearah belakang.

3.2.2 Bagian Tumpuan Kaki

a. Panjang Penyangga Kaki

Panjang penyangga kaki menggunakan ukuran panjang kaki (D1), dimana ukuran ini merupakan jarak *vertikal* dari bagian ujung kaki sampai bagian belakang kaki. Ukuran yang digunakan ialah ukuran panjang kaki pria presentil 95%, dengan penambahan ukuran (*allowance*) 30 mm agar dapat mengakomodasi pengguna yang beralas kaki. Ukuran ini dipilih karena ukuran kaki terbesar berada pada pria, pemilihan presentil 95% agar lebih menghemat bahan material. Selain itu, pria dengan presentil 99% juga bisa menggunakan penyangga kaki dengan nyaman.



Gambar 6. Pengukuran Panjang Kaki

Maka total panjang penyangga kaki :

$$\begin{aligned} \text{Panjang penyangga kaki} &= D1 \text{ pria presentil } 95\% + \text{Allowance} \\ &= 266 \text{ mm} + 30 \text{ mm} \\ &= 296 \text{ mm} \end{aligned}$$

b. Lebar Penyangga Kaki

Lebar penyangga kaki menggunakan ukuran lebar kaki (D4), dimana ukuran ini merupakan jarak *horizontal* dari bagian terluar samping kanan kaki sampai bagian terluar samping kiri kaki. Ukuran yang digunakan ialah ukuran lebar kaki pria presentil 95%, alasannya cukup kuat dengan panjang penyangga kaki. Lebar penyangga juga mengalami penambahan ukuran (*allowance*) 30 mm agar dapat mengakomodasi pengguna yang beralas kaki.



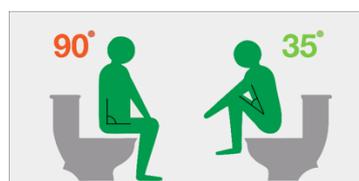
Gambar 7. Pengukuran Lebar Kaki

Maka total lebar penyangga kaki Sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Lebar penyangga kaki} &= D4 \text{ pria presentil } 95\% + \text{Allowance} \\ &= 96 \text{ mm} + 30 \text{ mm} \\ &= 126 \text{ mm} \end{aligned}$$

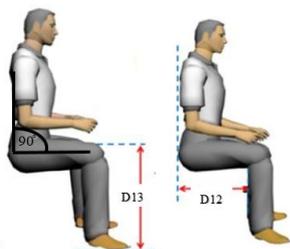
c. Tinggi Penyangga Kaki

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Sakakibara et al (2010), menunjukkan bahwa semakin kecil sudut *fleksi* panggul dengan *kanalis rektoanal* akan membutuhkan sedikit tekanan untuk mengeluarkan tinja pada saat bertoilet. Kali ini, tinggi penyangga kaki dari lantai dirancang agar menghasilkan sudut sebesar 35° dari ruas tulang belakang. Untuk mendapatkan tinggi tersebut, hal yang perlu diperhatikan ialah tinggi total toilet, ukuran panjang polipetal (D12) dan ukuran tinggi lutut dalam posisi duduk (D13). Ukuran D13 menggunakan ukuran rendah yakni, wanita presentil 5%. Pemilihan ukuran wanita presentil 5% agar pengguna dengan presentil 1% juga dapat menghasilkan sudut sebesar 35° atau kurang dikarenakan ukuran kaki yang pendek, yakni 428 mm. sedangkan ukuran D12 menggunakan pria presentil 5%, karena yakni 405 mm.



Gambar 8. Pengukuran Tinggi Lutut dan Panjang Polipetal

Dengan menggunakan perhitungan *pitagoras* dapat ditentukan ketinggian penyangga tumpuan kaki dari lantai sebagai berikut :



Gambar 9. Ukuran Sudut Penyangga Kaki

Dari gambar tersebut, 2 sudut yang bersebrangan memiliki besar sudut yang sama besar. Maka, rumusnya menjadi :

$$\frac{55^\circ}{y} = \frac{90^\circ}{D12}$$

$$y = \frac{55 \times 405}{90}$$

$$y = 247,5 \text{ mm}$$

maka,

$$x = D13 \text{ wanita presentil } 5\% - y$$

$$= 428 \text{ mm} - 247,5 \text{ mm}$$

$$= 180,5 \text{ mm} \approx 181 \text{ mm}$$

Sehingga,

$$\text{Tinggi penyangga kaki} = \text{tinggi toilet} - x$$

$$= 391 \text{ mm} - 181 \text{ mm}$$

$$= 210 \text{ mm}$$

3.2.3 Bagian Handrail Toilet

a. Diameter Handrail

Lingkar *handrail* menggunakan ukuran diameter genggam (D17). Ukuran yang digunakan ialah pria presentil 50%. Ukuran pria presentil 50% merupakan ukuran standart untuk genggam. Ukuran ini dipilih agar presentil 1% bisa menggunakan dengan cukup nyaman (tidak terlalu besar). Dan pengguna dengan presentil 99% tidak sulit untuk mengenggam karena ukuran yang kecil. Sehingga ukuran handrail menurut data pada lampiran 2. Data Antropometri Masyarakat Indonesia Menurut Eko Nurminto. Pada tabel dimensi tangan, kolom no. 17 pria presentil 50%.

$$\text{Ukuran Diam. Handrail} = 48 \text{ mm}$$

b. Tinggi Handrail

Tinggi *handrail* merupakan elemen penting. Dikarenakan salah satu fungsi handrail sebagai penopang berat tubuh saat terjadi aktivitas perpindahan tubuh bagi pengguna *difable*. Tinggi *handrail* menggunakan 2 ukuran utama dengan memperhatikan pengguna saat berada dikursi roda. Yakni ukuran tinggi *polipetal* (D14) ditambahkan dengan tinggi bahu pada posisi duduk (D8). Presentil yang

digunakan ialah wanita presentil 5%. Dikarenakan untuk ruang jangkauan mengikuti ukuran terkecil, agar *handrail* dapat dijangkau seluruh pengguna baik pengguna presentil 1% maupun 99%. Sehingga, perhitungan tinggi handrail ialah:

$$\text{Tinggi handrail} = D14 \text{ wanita presentil } 5\% + D8 \text{ wanita presentil } 5\%$$

$$= 337 \text{ mm} + 501 \text{ mm}$$

$$= 838 \text{ mm}$$

c. Panjang Handrail

Panjang *handrail* yang dirancang harus dapat dijangkau oleh pengguna difabel. Dengan memperhatikan jarak jangkauan, posisi perpindahan dan panjang kursi roda. Jarak jangkauan yang digunakan ialah ukuran wanita presentil 5%. Ukuran ini dipilih karena jangkauan terkecil berada pada wanita. Selain itu, ukuran presentil 5% agar pengguna dengan ukuran 1% dapat meraihnya dan pengguna 99% tidak terganggu karena jarak yang dekat.



Gambar 10. Pengukuran Jarak Jangkauan

Dikarenakan pergerakan pengguna yang terbatas, maka perencanaan peletakkan *handrail* harus di perhatikan. Panjang *handrail* direncanakan mulai dari dinding bagian belakang toilet. Sehingga perhitungan panjang handrail minimal :

$$\text{Panjang handrail} = D26 \text{ wanita presentil } 5\% + \text{panjang kursi roda}$$

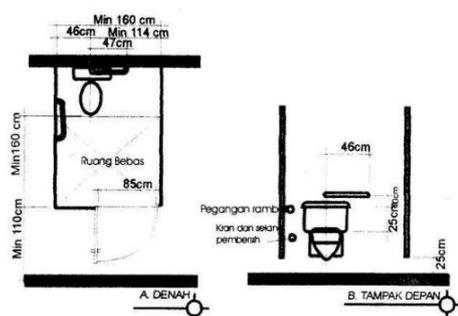
$$= 610 \text{ mm} + 160 \text{ mm}$$

$$= 770 \text{ mm}$$

3.2.4 Stasiun Toilet

a. Ukuran Minimal Toilet

Perancangan toilet yang memperhatikan pengguna difabel memiliki sarat minimal untuk keluasaan ruangan itu sendiri. Pemberian sarat minimal ini dimaksudkan agar memberikan keluasaan manuver pada kursi roda.



Gambar 11. Ukuran Minimal Toilet

Dengan memperhatikan ukuran standart kursi roda, peneliti dapat merancang ukuran minimal ruangan toilet pada perencanaan ini. Penelitian ini menggunakan ukuran kursi roda terbesar sebagai acuan pembuatan luas ruangan. Hal ini cukup beralasan agar pengguna yang memakai kursi roda ukuran besar bisa masuk kedalam ruangan. Oleh sebab itu, perancangan ruangan harus melebihi ukuran kursi roda acuan. Agar kursi roda dapat berputar didalam ruangan, lebar ruangan dan panjang ruangan harus lebih besar daripada panjang kursi roda. Sehingga, peneliti memutuskan luas ruangan minimal toilet DU – 3E ini ialah 2,8 m x 1,6 m. Dengan ruang bebas sebesar 160 cm x 160 cm setelah pintu masuk, untuk pergerakan memutar kursi roda.

b. Tinggi Pintu Toilet

Tinggi pintu menggunakan antropometri tinggi badan pengguna (D1). Ukuran yang digunakan ialah pria presentil 95%. Ukuran pria dipilih karena ukuran badan tertinggi berada pada pria, selain itu agar menghindari pengguna terantuk saat memasuki ruangan. Perlu adanya penambahan ukuran (*allowance*) 30 mm untuk tinggi alas kaki, 50 mm untuk tinggi topi, dan 50 mm untuk kelonggaran dinamis. Disebabkan pada saat berjalan, tinggi badan manusia relatif bertambah pada saat berjalan atau berlari.

Maka, tinggi pintu toilet minimal :

$$\begin{aligned} \text{Tinggi pintu} &= D1 \text{ pria presentil } 95\% + \text{Allowance} \\ &= 1732 \text{ mm} + 30 \text{ mm} + 50 \text{ mm} + 50 \text{ mm} \\ &= 1862 \text{ mm} \end{aligned}$$

c. Lebar Pintu

Perancangan toilet ini memperhatikan akses pengguna difabel. Oleh sebab itu, lebar pintu harus dirancang agar pengguna kursi roda dapat memasuki toilet. Kursi roda yang berada di masyarakat memiliki lebar terbesar 700 mm, ditambahkan dengan keleluasaan gerak 150 mm. Maka lebar pintu toilet minimal :

$$\begin{aligned} \text{Lebar pintu toilet} &= \text{Lebar kursi roda} + \text{allowance} \\ &= 700 \text{ mm} + 150 \text{ mm} \\ &= 850 \text{ mm} \end{aligned}$$

d. Peletakkan Tisu Toilet

Peletakkan tisu dibagi menjadi 2 ukuran penting, yakni tinggi tisu dan juga jarak tisu dari toilet. Tinggi tisu memperhatikan tinggi toilet serta tinggi bahu saat duduk (D8) wanita presentil 5 %, ukuran tersebut ialah ukuran maksimal dari tinggi tisu. Sedangkan wanita presentil 5% dipilih agar memudahkan pengguna presentil 1% untuk mengapai tisu.

$$\begin{aligned} \text{Tinggi tisu maksimum} &= D8 \text{ wanita presentil } 5\% + \text{tinggi toilet} \\ &= 501 \text{ mm} + 391 \text{ mm} \\ &= 892 \text{ mm} \end{aligned}$$

Sedangkan posisi peletakkan tisu toilet maksimal sejauh jarak siku sampai ujung jari (D19) dari pinggir toilet. Dengan ukuran wanita presentil 5%, agar posisi tisu toilet dapat mudah dijangkau.

e. Peletakkan Shower Toilet

Sama halnya dengan peletakkan tisu toilet, peletakkan shower toilet terdapat 2 jarak. Yaitu tinggi peletakkan dan jarak dari toilet. Tinggi shower toilet memperhatikan tinggi siku saat posisi duduk (D9). Ukuran yang digunakan ialah wanita presentil 50% ditambahkan dengan tinggi toilet. Ukuran wanita presentil 50% dipilih karena ukuran tengah, agar pengguna 1% dapat menjangkau dengan mudah.

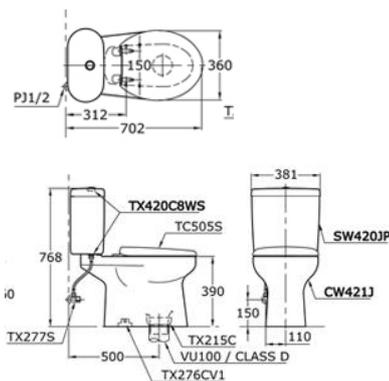
$$\begin{aligned} D9 &= X \\ &= 229 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka, tinggi shower toilet maksimum} &= D9 + \text{tinggi toilet} \\ &= 229 \text{ mm} + 391 \text{ mm} \\ &= 620 \text{ mm} \end{aligned}$$

Sedangkan posisi peletakkan sama halnya dengan posisi tisu toilet. Sejauh jarak siku sampai ujung jari (D19) dari pinggir toilet. Dengan ukuran wanita presentil 5%, yakni 374 mm.

3.2.5 Produk Existing

Tahapan selanjutnya ialah membandingkan dengan produk yang telah ada dipasaran (produk *existing*). Produk *existing* digunakan sebagai produk pembanding, untuk melihat ada atau tidaknya perubahan yang dilakukan. Gambar 12. Toilet *existing*, merupakan toilet yang sering sekali di jumpai dalam lingkup masyarakat umum.



Gambar 12. Toilet existing

Dari gambar dan data yang telah ditentukan, dapat dilihat adanya perubahan – perubahan ukuran yang terjadi. Perubahan tersebut di rangkum dalam Tabel 4. Tabel Perubahan Ukuran.

Tabel 4: Tabel Perubahan Ukuran

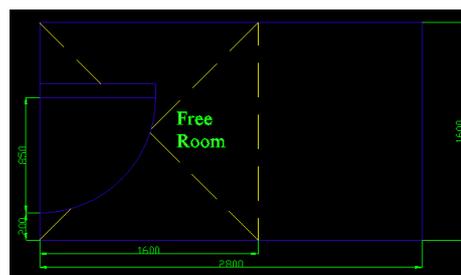
No	Nama Bagian	Ukuran Produk Exsiting	Rencana Ukuran Konsep
1	Tinggi Toilet	390 mm	391 mm
2	Panjang dudukan toilet	390 mm	430 mm
3	Lebar dudukan toilet luar	360 mm	375 mm
4	Lebar dudukan toilet dalam	297 mm	261 mm
5	Jarak flush dari lantai	768 mm	282 mm
6	Panjang penyangga kaki	-	296 mm
7	Lebar penyangga kaki	-	126 mm
8	Tinggi penyangga kaki	-	210 mm
9	Handrail	-	Lingkaran = 48 mm Tinggi = 838 mm

3.2.6 Konsep Desain Toilet DU – 3E

Setelah mendapatkan spesifikasi produk serta data – data anthropometri yang akan digunakan. Langkah selanjutnya ialah pengembangan konsep desain toilet. Adapun hasil konsep desain toilet yang dihasilkan seperti berikut ini :

a. Ukuran Ruang

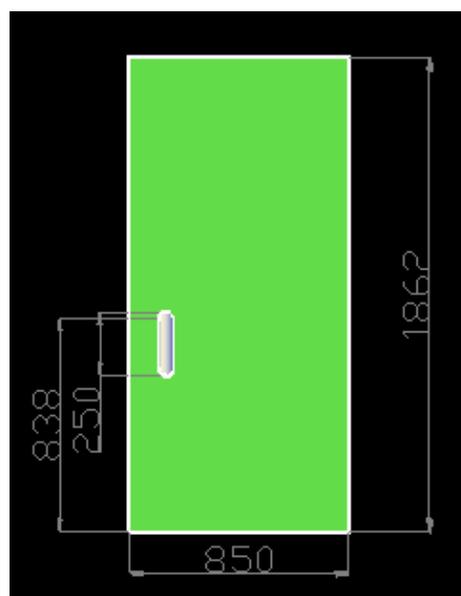
Ukuran ruangan yang dipilih untuk konsep desain toilet DU – 3E ialah ukuran minimal, yakni 2800 mm x 1600 mm. dimana terdapat akses bebas 160 mm x 160 mm setelah dari jarak pintu. Perencanaan ukuran ruangan minimal dimaksudkan untuk menghemat ruangan namun tetap memberikan keleluasaan gerak bagi kursi roda. Selain itu, semakin minim ukuran ruangan, akan mempersingkat waktu dan energi dalam melakukan kegiatan pembersihan toilet.



Gambar 13. Desain Ruang Toilet

b. Desain Pintu

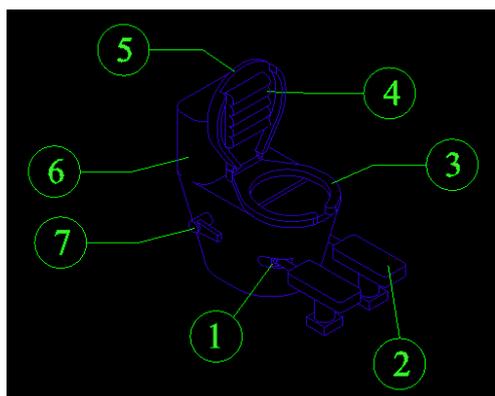
Perhitungan perancangan pintu yang telah dilakukan sebelumnya dengan pendekatan antropometri masyarakat Indonesia mendapatkan ukuran minimal yakni, 850 mm x 1862 mm. Mekanisme penggunaan pintu dirancang untuk dapat di dorong kearah dalam toilet, agar mempermudah pengguna kursi roda untuk memasuki ruangan. *Handle* pintu berbentuk *grab bar* dengan arah *vertikal* keatas, dimaksudkan agar pengguna dengan ketinggian bahu rendah juga dapat menjangkau *handle* pada bagian bawah. Ketinggian *handle* sama dengan perancangan ketinggian *grab bar* yakni, maksimal 838 mm dari lantai.



Gambar 14. Desain Pintu Toilet

c. Desain Kloset DU – 3E

Kloset merupakan bagian penting dari perancangan toilet DU – 3E. Pada desain kloset DU – 3E ini memiliki beberapa keunggulan daripada kloset lainnya yang telah beredar didalam masyarakat. Berikut konsep desain kloset DU – 3E :

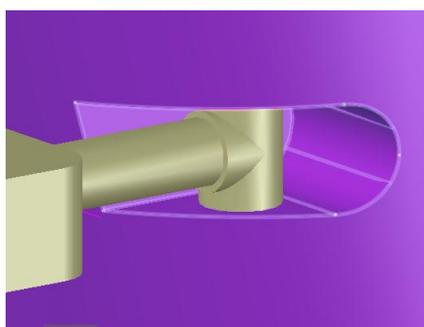


Gambar 15. Kloset DU – 3E

Keterangan Gambar

- 1. Tee
- 2. Penyangga kaki
- 3. Kloset
- 4. Bantalan Kloset
- 5. Penutup Kloset
- 6. Kloset
- 7. Flush

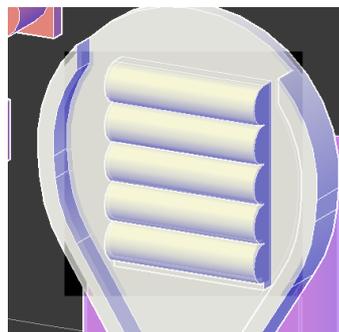
Kloset DU – 3E memiliki penyangga kaki (No. 2) yang dirancang dengan pendekatan antropometri masyarakat Indonesia. Ketinggian penyangga kaki dirancang agar dapat menghasilkan sudut 35° antara *fleksi* panggul dengan *kanalis rektanal* pengguna. Hal ini akan membuat kegiatan bertolilet pengguna lebih sehat dan hanya memerlukan sedikit usaha saat mengeluarkan tinja. Penyangga kaki ini juga dapat digunakan untuk pengguna normal maupun pengguna difabel, dikarenakan adanya tee (No. 1) yang memungkinkan penyangga kaki dapat berputar sejauh 90° . Sehingga tidak mengganggu pengguna difabel saat melakukan perpindahan dari kursi roda ke kloset.



Gambar 16. Penggunaan Tee Penyangga Kaki

Selain itu, adanya penambahan sandaran punggung (No. 4) pada kloset memberikan kenyamanan lebih pada pengguna. Bantalan sandaran terbuat dari bahan plastik berisikan udara. Bahan plastik dipilih agar bantalan mudah dibersihkan. Perencanaan *flush* (No. 7) pada toilet berjarak 109 mm dari dudukan toilet. Penempatan *flush* seperti ini dimaksudkan agar pengguna dapat membersihkan toilet

dengan mudah saat berada di atas toilet. Tidak seperti toilet pada umumnya, yang sulit melakukan *flushing* pada saat diatas toilet.



Gambar 17. Bantalan Punggung

Bagian dalam bowl toilet juga diminimalisir sudut agar mudah dilakukan pembersihan.



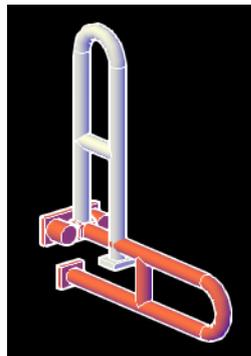
Gambar 18. Desain Bowl Bagian Dalam

Pada kloset umumnya volume tangki dapat menampung air sebanyak 6L, dengan intensitas penggunaan 6L setiap melakukan *flushing*. Perancangan toilet DU – 3E kali ini tidak membahas lebih lanjut tentang sistem *flushing* yang berada didalam toilet. Namun, desain toilet DU – 3E menggunakan tangki yang berada dibelakang toilet sebagai salah satu media sandaran bagi pengguna *difabel*. Dengan ukuran 375 mm x 180 mm x 300 mm, ketebalan tangki 30 mm. Sehingga didapatkan dengan total volume kosong tangki 9L. Penambahan tangki akan mempengaruhi panjang toilet. Panjang toilet didapat dari panjang tempat duduk ditambah panjang tangki dan jarak antara keduanya untuk lubang pengikat tutup kloset 85 mm. Pengikat kloset menggunakan bolt sebesar 50 mm, maka, panjang toilet :

$$\begin{aligned} \text{Panjang toilet} &= 430\text{mm} + 85\text{mm} + 180\text{mm} \\ &= 695 \text{ mm.} \end{aligned}$$

d. Desain *Grab Bar*

Desain *grab bar* diletakkan pada sisi kanan kloset. Peletakkan seperti ini dipilih agar pengguna bertumpuan dengan tangan kanan pada saat bergerak pindah dari kloset menuju kursi roda. *Grab bar* terbuat dari material *stainless steel*, dengan mekanisme dapat diputar ke arah atas sebesar 90 derajat. Dengan ketinggian maksimum *grab bar* ialah 838 mm.



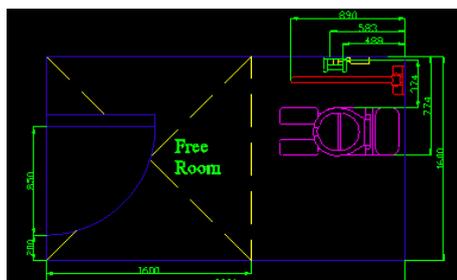
Gambar 19. Desain *Grab bar*

e. Desain Peletakkan *Shower Toilet* dan Tisu
Shower Toilet dan Tisu di letakkan pada kanan toilet dengan posisi berjajar atas bawah. Dengan ketinggian maksimum 829 mm untuk tisu toilet dan 620 mm untuk *shower toilet*.

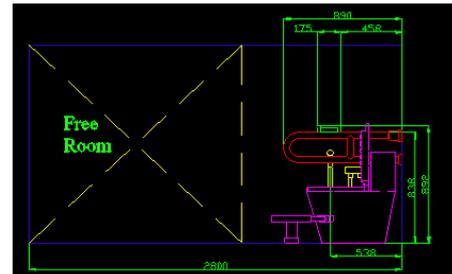


Gambar 20. Desain Letak Tisu dan *Shower Toilet*

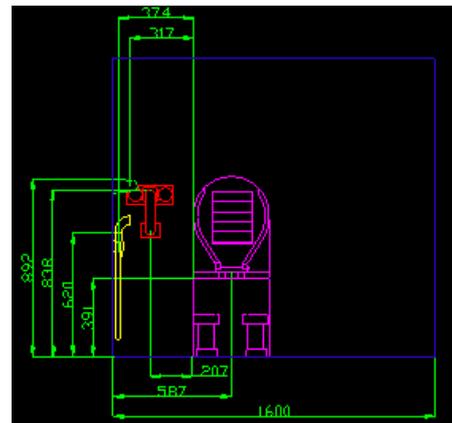
Berikut ini hasil desain stasiun toilet dengan pendekatan antropometri yang telah dilakukan oleh peneliti :



Gambar 21. Konsep Desain Toilet Tampak Atas



Gambar 22. Konsep Desain Toilet Tampak Samping



Gambar 23. Konsep Desain Toilet Tampak Depan

3.2.7 Toilet Ramah Lingkungan DU – 3E

Toilet ramah lingkungan menganggap bahwa tinja bukanlah limbah yang harus dibuang. Melainkan limbah yang dapat dikelola kembali untuk kegunaan lain. Prinsip dasar dari toilet ramah lingkungan ialah “jangan mencampur”. Artinya toilet ramah lingkungan memiliki prinsip jangan mencampur antara tinja dengan urin. Oleh sebab itu, toilet di desain agar urin tidak tercampur dengan tinja melalui desain bowl toilet dengan 2 tempat pembuangan akhir. Pemisahan pembuangan akhir antara urin dengan tinja ini dimaksudkan untuk memisahkan semua rantai nutrisi. Urin yang mengandung nutrisi seperti N, P, dan K, dapat digunakan kembali sebagai penyubur tanaman berupa pupuk cair. Sedangkan untuk tinja yang memiliki bahan organik tinggi dapat dimanfaatkan sebagai bahan biogas, ataupun pupuk organik yang lebih efisien.



Gambar 24. Desain Bowl Toilet

Setelah tinja memasuki salurannya, ada dua kegiatan yang dapat dilakukan. Yakni proses dehidrasi ataupun dekomposisi. Proses dehidrasi dilakukan dengan pengeringan/penjemuran tinja. Sedangkan dekomposisi dilakukan dengan penambahan serat dapat berupa serbuk kayu pada tinja. Hal ini dapat dilakukan pada pembuangan akhir toilet. Untuk pembuangan urin, dapat langsung dimasukkan kedalam tong / tempat penampungan setelah melalui saluran pembuangan. Setelah tempat penampungan penuh, urin harus di diamkan beberapa hari untuk mengurangi kadar amoniak baru dapat digunakan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dengan mengamati kegiatan bertoliet, produk produk toilet, dan teori-teori yang berkaitan dengan penelitian. Dapat disimpulkan perlu adanya pengembangan konsep dalam produk toilet yang ada di pasaran. Berikut kesimpulan yang dapat peneliti simpulkan :

1. Perancangan toilet DU – 3E menggunakan metode pengembangan desain produk Ulrich. Kegiatan penelitian dilakukan melalui tahap identifikasi masalah, kajian produk existing, penyusunan daftar kebutuhan produk, penyusunan spesifikasi produk, pengembangan konsep dan detail drawing desain 2 dimensi.
2. Pembuatan toilet melalui pendekatan ergonomi yakni analisa antropometri masyarakat indonesia. Dalam perancangan stasiun toilet, lebih memperhatikan keadaan pengguna difabel agar memenuhi prinsip difable availability. Prinsip ini terdapat pada desain lebar pintu, luas ruangan, penempatan handrail, penempatan tisu dan shower spray yang didasarkan dari kebutuhan pengguna. Selain itu, konsep desain memperhatikan kesehatan untuk pengguna saat menggunakan toilet duduk, dengan mendesain toilet dengan penyangga agar membentuk sudut 35° antara fleksi panggul dengan kanalis rektoanal.
3. Prinsip ecological atau ramah lingkungan, direalisasikan dengan menggunakan prinsip “jangan mencampur”. Melalui desain tempat pembuangan yang terpisah antara urine dan feses. Sehingga masing – masing limbah pembuangan, baik urin maupun tinja dapat diolah agar lebih efektif. Urin dapat diolah menjadi pupuk cair, sedangkan tinja dapat digunakan sebagai bahan baku biogas maupun pupuk organik.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andriana, D., A. Wreataa., A. Saepudina., dan B. Prawaraa. (2014). A review of recycling of human excreta to energy through biogas generation: Indonesia case. Proceedings of 2nd International Conference on Sustainable Energy Engineering and Application. 14 – 15 Oktober 2014. Bandung – Indonesia.
- [2] Haq, P.S.E. (2015) Potensi Lumpur Tinja Manusia Sebagai Penghasil Biogas. Tugas Akhir. Intitut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- [3] Nurmianto, E. (2004). Edisi Kedua : Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya, Guna Widya, Surabaya.
- [4] Sakakibara, R., K. Tsunoyama., H. Hosoi., O. Takahahsi., M. Sugiyama., M. Kishi., E. Ogawa., H. Terada., T. Uchiyama., dan T. Yamanishi. (2010). “Influence of Body Position on Defecation in Humans”. LUTS, 2 : 16–21.
- [5] Samidjo, J. (2015). Pengelolaan Air dan Sumber Air Terpadu Yang Berkelanjutan. Edisi Khusus : Ilmiah Pawiyatan, Vol.XXII, No.2, pp.32-34.
- [6] Sirikov, D. (2003). Comparison of Straining During Defecation in Three Positions Results and Implications for Human Health. Digestive Diseases and Sciences, Vol. 48, No. 7, pp.1201–1205.
- [7] Soenandi, I.A, dan R.Malvin. (2013). Perancangan Produk Alat Bantu Closet Jongkok. Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer, Vol. 02, No.05, pp.23-37. Universitas Kristen Krida Wacana, Jakarta.