



Nama:

1. Aulia Wardani (121450034)
2. Nadia Silvani (121450054)
3. M. Gilang Martiansyah M (121450056)

Tugas Ke: **Final Project**

Mata Kuliah: **Pervasive Computing (IF4025)**

Tanggal: **Minggu, 22 Desember 2024**

Sanivox: Inovasi Toilet Pintar untuk Sanitasi Modern

1 Latar Belakang

Sanitasi dan kebersihan adalah elemen fundamental dalam menjaga kesehatan masyarakat, terutama di ruang umum dan pribadi. Berdasarkan laporan dari World Health Organization (WHO), praktik sanitasi yang buruk menjadi salah satu penyebab utama penyebaran berbagai penyakit menular, seperti diare, kolera, dan infeksi saluran pernapasan (Hendriarianti, Nuswantoro, Supriadi, & Gai, 2024). Dengan meningkatnya urbanisasi dan mobilitas masyarakat global, kebutuhan akan fasilitas sanitasi yang efisien dan higienis menjadi semakin mendesak (Palilingan et al., 2023). Pandemi COVID-19 memperkuat urgensi ini, di mana kebersihan permukaan dan pengurangan kontak langsung menjadi prioritas dalam mencegah penyebaran penyakit.

Seiring dengan kemajuan teknologi, konsep toilet pintar yang kami beri nama Sanivox telah berkembang sebagai solusi yang menjanjikan untuk meningkatkan kebersihan dan efisiensi sanitasi. Sanivox memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT), sensor otomatis, dan bahan antimikroba untuk menciptakan fasilitas sanitasi yang lebih bersih, nyaman, dan ramah lingkungan (Chen et al., 2024). Sistem ini dirancang untuk mengatasi masalah sanitasi konvensional, seperti kontak langsung dengan permukaan, penggunaan air yang boros, dan minimnya integrasi teknologi untuk pemantauan kesehatan. Dengan teknologi yang semakin canggih, Sanivox mampu memberikan pengalaman sanitasi yang lebih efisien dan bebas sentuhan, menjadikannya relevan untuk ruang publik maupun rumah pribadi.

Dalam fasilitas sanitasi konvensional, gagang pintu, tombol flush, dan permukaan lainnya sering menjadi media penyebaran bakteri dan virus. Sebuah studi dalam *Science of The Total Environment* (2022) menunjukkan bahwa fasilitas toilet umum dapat menjadi sumber utama penularan mikroorganisme patogen, terutama karena tingginya frekuensi kontak dengan permukaan oleh berbagai pengguna (Vardoulakis, Oyarce, & Donner, 2022). Sistem pembersihan manual yang masih banyak digunakan di toilet umum sering kali tidak mampu mengimbangi volume pengguna, sehingga menurunkan efektivitas kebersihan. Toilet konvensional juga cenderung menggunakan air dalam jumlah besar tanpa mempertimbangkan teknologi hemat air yang lebih modern. Sebagai respons terhadap tantangan ini, Sanivox hadir dengan berbagai inovasi, termasuk sistem sensor gerak untuk membuka dan menutup pintu, teknologi penyemprotan disinfektan otomatis, dan flush hemat air berbasis vakum. Penelitian dari Water Cycle (2020) melaporkan bahwa teknologi flush vakum dapat mengurangi konsumsi air hingga 80% dibandingkan toilet konvensional (Radcliffe & Page, 2020). Selain itu, penggunaan bahan

dengan lapisan nano antimikroba telah terbukti meningkatkan perlindungan terhadap bakteri dan virus hingga 90%, sebagaimana ditunjukkan dalam studi oleh Seth dan Jana (2020) dalam *Nano World Journal* (Seth & Jana, 2020).

Pandemi COVID-19 juga mendorong integrasi fitur-fitur kesehatan dalam Sanivox. Kemampuan mendeteksi biomarker kesehatan dalam limbah, seperti kadar gula dalam air seni atau indikator penyakit kronis, menjadikan Sanivox tidak hanya sebagai fasilitas sanitasi tetapi juga sebagai alat pemantauan kesehatan pribadi. Dalam ruang publik, Sanivox dapat dilengkapi dengan sensor kepadatan pengguna untuk memantau antrian dan memberikan informasi real-time melalui aplikasi IoT. Fitur ini meningkatkan efisiensi penggunaan fasilitas sekaligus meminimalkan risiko kontak antar pengguna. Dengan fitur-fitur seperti penyemprotan disinfektan otomatis, pemantauan kesehatan real-time, dan kontrol berbasis aplikasi IoT, Sanivox menjadi solusi sanitasi modern yang dapat diterapkan secara luas. Teknologi ini tidak hanya mampu menjawab tantangan kebersihan dan efisiensi di ruang publik tetapi juga berkontribusi pada peningkatan kesadaran akan pentingnya kebersihan dan pemantauan kesehatan individu.

Teknologi sanitasi sebelumnya, seperti TOTO Washlet dari Jepang, menawarkan inovasi awal berupa penghangat dudukan, bidet otomatis, dan flush berbasis sensor. Namun, teknologi ini masih terbatas dalam pengintegrasian fitur pemantauan kesehatan atau penyemprotan disinfektan otomatis. Dalam ruang publik, penggunaan teknologi semi-otomatis seperti flush berbasis sensor hanya mampu mengurangi sebagian kecil kontak langsung tanpa menyediakan sistem penyemprotan disinfektan atau manajemen kepadatan pengguna secara real-time. Toilet pintar modern, seperti Sanivox, melangkah lebih jauh dengan memanfaatkan teknologi flush vakum yang hemat air, seperti dilaporkan oleh Water Cycle (2020), yang mampu mengurangi konsumsi air hingga 80% dibandingkan toilet biasa. Selain itu, penggunaan lapisan nano antimikroba seperti yang digunakan dalam Seth dan Jana (2020) meningkatkan perlindungan hingga 90% terhadap patogen, melampaui perlindungan yang ditawarkan oleh toilet semi-otomatis sebelumnya. Model toilet canggih lainnya, seperti Kohler Numi, menawarkan kontrol suhu dudukan dan pencahayaan berbasis IoT, tetapi belum memiliki fitur analisis kesehatan biomarker yang inovatif seperti pada Sanivox. Salah satu terobosan signifikan dalam Sanivox adalah integrasi kemampuan pemantauan kesehatan. Teknologi ini memungkinkan deteksi biomarker dalam limbah pengguna, seperti kadar gula darah atau indikator penyakit kronis, menjadikannya alat pemantauan kesehatan yang relevan untuk penggunaan pribadi dan medis.

Sebaliknya, teknologi sebelumnya seperti TOTO Washlet dan Kohler Numi lebih berfokus pada kenyamanan dan kebersihan tanpa memberikan manfaat kesehatan tambahan. Selain itu, Sanivox juga dilengkapi dengan sensor kepadatan pengguna, yang dapat memberikan informasi antrian secara real-time di ruang publik, membantu meningkatkan efisiensi fasilitas—sesuatu yang tidak ditemukan pada teknologi sanitasi sebelumnya. Dengan integrasi fitur-fitur seperti IoT, penyemprotan disinfektan otomatis, dan kemampuan pemantauan kesehatan real-time, Sanivox tidak hanya memberikan kebersihan dan kenyamanan yang lebih baik dibandingkan teknologi sebelumnya tetapi juga menawarkan solusi yang lebih komprehensif untuk kebutuhan sanitasi masa depan. Perbandingan ini menunjukkan bahwa Sanivox tidak hanya berkembang dari segi teknologi tetapi juga dari fungsionalitas, menghadirkan manfaat yang lebih luas baik untuk individu maupun masyarakat.

2 Tujuan

Teknologi toilet pintar Sanivox dikembangkan dengan tujuan untuk memberikan solusi sanitasi yang lebih canggih, efisien, dan mendukung kesehatan masyarakat. Berikut adalah tujuan utama dari teknologi ini:

1. Mengurangi risiko penyebaran penyakit menular dengan menghilangkan kebutuhan kontak langsung pada permukaan seperti gagang pintu, tombol flush, dan area lain yang sering disentuh.
2. Menghemat air hingga 80% dengan teknologi flush vakum dan memanfaatkan sistem IoT untuk

efisiensi energi serta pengelolaan fasilitas umum secara real-time.

3. Mengintegrasikan analisis biomarker untuk pemantauan kesehatan real-time dan meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya sanitasi modern yang higienis dan berkelanjutan.

3 Pendekatan Desain dan Kaidah Pervasif yang Diikuti

Sanivox dirancang dengan pendekatan desain yang memperhatikan berbagai dimensi kebutuhan pengguna, efisiensi teknologi, serta prinsip komputasi pervasif. Fokus utama dalam perancangan ini adalah memastikan bahwa Sanivox tidak hanya menjadi solusi sanitasi modern tetapi juga memberikan manfaat nyata yang berkelanjutan secara sosial, lingkungan, dan ekonomis. Berikut adalah pendekatan utama dalam desain Sanivox:

1. Pendekatan Desain Berbasis Pengguna

Pendekatan ini menempatkan kebutuhan pengguna sebagai prioritas utama dalam desain Sanivox. Sistem ini menghilangkan kebutuhan kontak fisik dengan permukaan toilet melalui sensor otomatis untuk membuka pintu, mengaktifkan flush, dan menyemprotkan disinfektan. Risiko penyebaran patogen dari permukaan toilet dapat diminimalkan, sambil tetap memberikan pengalaman pengguna yang intuitif dan *seamless*. Dalam situasi darurat, seperti mati listrik, gagang flush manual tetap tersedia untuk memastikan kegunaan dalam berbagai kondisi.

2. Teknologi yang Mendukung Keberlanjutan

Sanivox dirancang dengan teknologi hemat energi dan ramah lingkungan. Sistem flush vakum yang digunakan mampu mengurangi konsumsi air hingga 80%, sesuai dengan rekomendasi *International Water Association*. Selain itu, material dengan lapisan nano antimikroba memastikan permukaan tetap higienis sekaligus tahan lama, mengurangi kebutuhan perawatan intensif dan penggunaan bahan pembersih berlebihan.

3. Konsep Modular dan Terintegrasi

Sanivox mengadopsi desain modular, yang memungkinkan penambahan fitur baru atau peningkatan fungsionalitas tanpa mengganti seluruh sistem. Teknologi IoT menjadi tulang punggung integrasi Sanivox, menghubungkan berbagai fitur seperti sensor gerak, flush otomatis, dan penyemprotan disinfektan. Dengan aplikasi berbasis *cloud*, pengguna dapat memantau status kebersihan, penggunaan toilet, atau bahkan data kesehatan pribadi mereka secara *real-time*.

4. Inovasi Fungsionalitas

Sanivox memperkenalkan inovasi seperti sensor gerak otomatis untuk membuka dan menutup pintu toilet serta mengaktifkan flush setelah digunakan. Sistem penyemprotan disinfektan memastikan setiap permukaan toilet tetap steril. Selain itu, Sanivox dapat dilengkapi dengan fitur analisis biomarker untuk mendeteksi kondisi kesehatan seperti kadar gula darah, menjadikannya lebih dari sekadar toilet pintar tetapi juga alat pendukung gaya hidup sehat.

Sanivox dirancang dengan mematuhi kaidah-kaidah utama dalam komputasi pervasif untuk memastikan bahwa teknologi ini tidak hanya inovatif tetapi juga relevan, efisien, dan mampu memberikan solusi yang komprehensif. Berikut adalah bagaimana Sanivox memenuhi setiap kaidah pervasif tersebut:

1. Konektivitas yang Terintegrasi

Sanivox menggunakan teknologi Internet of Things (IoT) untuk menciptakan konektivitas antara berbagai fitur seperti sensor otomatis, flush vakum, dan sistem penyemprotan disinfektan. Komponen-komponen ini berkomunikasi melalui jaringan *cloud* yang memungkinkan pemantauan dan pengelolaan fasilitas secara *real-time*. Dengan aplikasi pendukung, pengguna dapat memantau status kebersihan, kepadatan pengguna, dan data analisis kesehatan biomarker secara efisien.

2. Konsep Ubiquitous (Keberadaan di Mana-Mana)

Sanivox dirancang agar dapat digunakan di berbagai lokasi, seperti ruang publik dan lingkungan pribadi. Sistem otomatis dan bebas sentuhan memberikan pengalaman yang nyaman tanpa memerlukan pelatihan tambahan. Desain ini memungkinkan teknologi Sanivox digunakan kapan saja dan di mana saja tanpa mengganggu aktivitas pengguna.

3. Context Aware (Peka terhadap Konteks)

Teknologi Sanivox dilengkapi sensor canggih yang mampu mendeteksi keberadaan pengguna dan menyesuaikan operasional berdasarkan kebutuhan situasional. Sistem ini secara otomatis membuka pintu saat pengguna mendekat, mengaktifkan flush setelah digunakan, dan menyemprotkan disinfektan sesuai tingkat penggunaan. Dalam toilet umum, sensor kepadatan pengguna memberikan informasi *real-time* terkait antrian, membantu manajemen fasilitas secara efisien.

4. Personalisasi

Sanivox memungkinkan pengguna untuk menyesuaikan pengalaman sesuai preferensi mereka. Dalam pengaturan pribadi, intensitas penyemprotan disinfektan atau mode hemat air dapat diatur melalui aplikasi. Fitur analisis kesehatan juga dapat dipersonalisasi untuk mendeteksi biomarker spesifik sesuai kebutuhan individu, menciptakan pengalaman sanitasi yang relevan untuk setiap pengguna.

5. Adaptabilitas dan Skalabilitas

Desain modular Sanivox memungkinkan penyesuaian dan pengembangan fitur di masa depan. Teknologi ini dapat diadaptasi untuk kebutuhan spesifik, seperti menambahkan analisis biomarker untuk rumah sakit atau sistem manajemen kepadatan untuk ruang publik. Skalabilitasnya memastikan Sanivox dapat diterapkan di berbagai lingkungan, dari fasilitas kecil hingga instalasi besar.

6. Energy Efficiency (Efisiensi Energi)

Sanivox memanfaatkan teknologi sensor hemat energi yang hanya aktif saat diperlukan dan sistem flush vakum yang mengurangi konsumsi air hingga 80%. Pendekatan ini mendukung keberlanjutan lingkungan sekaligus mengurangi biaya operasional tanpa mengorbankan performa.

7. Security (Keamanan)

Sanivox melindungi data pengguna melalui protokol enkripsi untuk memastikan keamanan informasi, seperti data biomarker atau statistik penggunaan toilet. Sistem ini menjaga privasi pengguna baik di pengaturan rumah pribadi maupun toilet umum, menciptakan lingkungan sanitasi yang bersih dan aman.

8. Efficiency of Data Management (Efisiensi Pengelolaan Data)

Data yang dikumpulkan oleh Sanivox dikelola secara efisien melalui algoritma IoT yang mengoptimalkan transmisi dan penyimpanan data. Informasi seperti kepadatan pengguna, status kebersihan, dan data kesehatan biomarker dikirimkan secara *real-time* ke server *cloud* tanpa mengonsumsi bandwidth berlebihan, sehingga tetap efisien.

9. Optimal Resource Usage (Penggunaan Sumber Daya yang Optimal)

Sanivox dirancang untuk meminimalkan pemborosan sumber daya. Teknologi flush vakum mengurangi konsumsi air, sementara penyemprotan disinfektan otomatis hanya menggunakan jumlah yang diperlukan berdasarkan tingkat penggunaan toilet. Pendekatan ini memastikan kebersihan optimal dengan efisiensi sumber daya yang tinggi.

4 Justifikasi Solusi dan Nilai yang Diberikan

Justifikasi solusi yang diberikan oleh Sanivox, antara lain:

1. Menjawab Tantangan Sanitasi Global

Sanivox hadir sebagai respons terhadap kebutuhan mendesak akan solusi sanitasi modern yang higienis dan efisien. Berdasarkan laporan WHO, praktik sanitasi yang buruk menjadi penyebab utama penyebaran penyakit menular seperti diare dan kolera, terutama di ruang publik dengan intensitas penggunaan yang tinggi. Sanivox menjawab tantangan ini dengan menghadirkan teknologi tanpa sentuhan seperti sensor otomatis, penyemprotan disinfektan, dan flush vakum hemat air, yang secara signifikan mengurangi risiko penyebaran patogen melalui kontak langsung.

2. Efisiensi Penggunaan Air dan Energi

Teknologi flush vakum dalam Sanivox mampu mengurangi konsumsi air hingga 80% dibandingkan toilet konvensional, menjadikannya solusi yang hemat sumber daya. Hal ini sangat relevan di wilayah dengan keterbatasan air. Selain itu, penggunaan energi yang efisien, seperti integrasi dengan sistem IoT dan opsi kontrol jarak jauh, mendukung pengurangan emisi karbon dan penggunaan energi yang berlebihan.

3. Kebersihan Maksimal dengan Teknologi Nano Antimikroba

Sanivox menggunakan lapisan nano antimikroba yang terbukti meningkatkan perlindungan terhadap bakteri dan virus hingga 90%. Teknologi ini memastikan bahwa setiap bagian toilet tetap higienis, bahkan di lingkungan dengan pengguna tinggi, seperti ruang publik, perkantoran, atau pusat perbelanjaan.

4. Integrasi Pemantauan Kesehatan

Salah satu nilai unik dari Sanivox adalah kemampuannya mendeteksi biomarker kesehatan melalui limbah pengguna, seperti kadar gula darah atau indikator penyakit kronis. Fitur ini memberikan manfaat tambahan berupa pemantauan kesehatan real-time, yang menjadikan Sanivox tidak hanya sebagai fasilitas sanitasi tetapi juga alat kesehatan pribadi. Dalam konteks penggunaan medis atau pribadi, fitur ini memberikan data yang berguna untuk deteksi dini kondisi kesehatan tertentu.

5. Pengurangan Risiko dan Peningkatan Efisiensi di Ruang Publik

Dengan fitur sensor kepadatan pengguna, Sanivox mampu mengelola antrian dan memberikan informasi real-time kepada pengguna melalui aplikasi IoT. Fitur ini tidak hanya meningkatkan efisiensi penggunaan fasilitas tetapi juga meminimalkan risiko interaksi fisik antar pengguna, yang sangat penting dalam konteks pandemi seperti COVID-19.

6. Meningkatkan Pengalaman Pengguna

Sanivox dirancang untuk memberikan pengalaman pengguna yang nyaman dan bebas repot, baik di rumah maupun di ruang publik. Dengan kontrol berbasis aplikasi, pengguna dapat menyesuaikan pengaturan seperti suhuudukan toilet, pencahayaan, atau intensitas aromaterapi. Ini memberikan nilai tambah berupa kenyamanan personal yang tidak ditawarkan oleh teknologi sanitasi sebelumnya.

7. Relevansi dengan Keberlanjutan

Dalam era keberlanjutan, Sanivox mendukung upaya global untuk mengurangi penggunaan air, energi, dan bahan kimia berlebihan dalam sistem sanitasi. Teknologi hemat air, bahan ramah lingkungan, dan efisiensi energi menjadikan Sanivox sebagai solusi yang mendukung keberlanjutan tanpa mengorbankan fungsi dan kebersihan.

Adapun nilai-nilai yang diberikan oleh Sanivox, antara lain:

1. Kebersihan Optimal

Bebas sentuhan dan dilengkapi teknologi disinfeksi otomatis untuk memastikan kebersihan setiap saat.

2. Efisiensi Sumber Daya

Penghematan air hingga 80 persen dan penggunaan energi yang lebih efisien.

3. Keamanan Kesehatan

Analisis biomarker untuk pemantauan kesehatan real-time, memberikan nilai tambah yang tidak dimiliki toilet konvensional.

4. Pengalaman Personal

Penyesuaian personal melalui kontrol IoT untuk kenyamanan maksimal.

5. Manajemen Fasilitas Publik yang Lebih Baik

Informasi antrian real-time meningkatkan efisiensi ruang publik dan kenyamanan pengguna.

6. Ramah Lingkungan

Mendukung tujuan keberlanjutan global dengan penggunaan teknologi hemat energi dan air.

5 Rancangan Arsitektur Sistem

Sistem Sanivox dirancang dengan mengintegrasikan berbagai teknologi canggih yang bekerja secara bersinergi. Berikut adalah rancangan arsitektur sistem dari Sanivox:

1. Sensor dan Aktuator**(a) Sensor Gerak dan Proximity**

- Fungsi:
 - Mengidentifikasi kehadiran pengguna saat mereka mendekati toilet untuk mengaktifkan pintu otomatis dan memulai sistem flush.
 - Mencegah pengoperasian sistem yang tidak perlu saat toilet tidak digunakan.
- Teknologi:
 - Menggunakan sinyal cahaya (inframerah) untuk mendeteksi keberadaan pengguna.
 - Menggunakan gelombang suara (ultrasonik) untuk mendeteksi jarak pengguna dengan perangkat.

(b) Aktuator Pintu Otomatis

- Fungsi:
 - Membuka dan menutup pintu toilet secara otomatis berdasarkan sinyal dari sensor gerak atau proximity.
- Teknologi:
 - Motor servo atau aktuator linear dengan kontrol presisi untuk memastikan pergerakan pintu yang mulus dan bebas hambatan.

(c) Sensor Biometrik

- Fungsi:
 - Mendeteksi biomarker dalam limbah, seperti kadar gula dalam urin atau indikator penyakit kronis lainnya.
- Teknologi:
 - Mengukur konsentrasi senyawa kimia tertentu dalam limbah menggunakan sensor elektrokimia.
 - Mengidentifikasi karakteristik biomarker melalui analisis spektrum cahaya inframerah menggunakan spektroskopi inframerah.

(d) Sensor Kepadatan

- Fungsi:
 - Mengukur jumlah pengguna di area publik untuk memberikan informasi real-time mengenai kepadatan dan antrian.
- Teknologi:
 - Menganalisis data visual untuk menghitung jumlah pengguna menggunakan kamera berbasis AI.
 - Mendeteksi keberadaan dan jumlah pengguna berdasarkan berat menggunakan sensor tekanan yang dipasang di lantai.

(e) **Nozzle Disinfektan**

- Fungsi:
 - Menyemprotkan disinfektan secara otomatis ke permukaan toilet,udukan, dan gagang pintu setelah setiap penggunaan.
- Teknologi:
 - Pompa tekanan mikro untuk penyemprotan disinfektan secara merata.
 - Sistem nozzle anti-penyumbatan untuk memastikan performa penyemprotan lebih optimal.

2. **IoT Gateway**

- Fungsi:
 - Menghubungkan semua perangkat, sensor, dan aktuator ke jaringan lokal atau cloud.
 - Mengelola komunikasi antar perangkat menggunakan protokol seperti MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) untuk komunikasi ringan dan lebih efisien.

3. **Unit Kontrol**

(a) **Mikrokontroler**

- Fungsi:
 - Mengelola fungsi dasar, seperti pintu otomatis, flush, dan penyemprotan disinfektan.
 - Mengumpulkan data dari sensor dan mengirimkannya ke IoT Gateway.
- Teknologi:
 - Kontrol sederhana dengan daya rendah menggunakan arduino.
 - Mendukung koneksi Wi-Fi dan Bluetooth untuk integrasi IoT yang lebih baik menggunakan ESP32.

(b) **Unit Pemrosesan Tingkat Lanjut**

- Fungsi:
 - Mengolah data biomarker dan informasi kepadatan pengguna.
 - Mendukung algoritma analisis berbasis AI untuk memberikan wawasan tentang pola penggunaan dan data kesehatan.
- Teknologi:
 - Pengolahan data kompleks dengan biaya rendah menggunakan Raspberry Pi.
 - Mengaplikasikan AI dan machine learning yang lebih intensif menggunakan NVIDIA Jetson Nano.

4. **Sistem Cloud**

(a) **Database Terpusat**

- Fungsi:

- Menyimpan data penggunaan, analisis biomarker, dan informasi kepadatan pengguna untuk analisis jangka panjang.
- Data dapat diakses secara aman oleh pengguna melalui aplikasi mobile atau dashboard IoT.

(b) Pemrosesan Data

- Fungsi:
 - Menggunakan algoritma machine learning untuk menganalisis data kesehatan, mendeteksi pola penggunaan, dan memberikan rekomendasi personal kepada pengguna.
 - Membantu pengguna memantau kesehatan secara proaktif melalui analisis real-time.

(c) Dashboard IoT

- Fungsi:
 - Menyediakan user interface berbasis web untuk pemantauan dan pengendalian sistem.
 - Menampilkan data seperti laporan kesehatan, pola penggunaan, dan tingkat kepadatan pengguna secara visual.
 - Memudahkan admin dan pengguna melalui user interface yang intuitif.

5. User Interface

(a) Aplikasi Mobile

- Fungsi:
 - Memberikan kontrol penuh kepada pengguna untuk mengatur fitur seperti suhu dudukan, intensitas aromaterapi, dan melihat laporan kesehatan.
 - Memberikan notifikasi real-time, seperti hasil analisis biomarker atau informasi antrian di ruang publik.

(b) Panel Layar Sentuh

- Fungsi:
 - Memungkinkan kontrol manual untuk fitur utama seperti pengaturan flush, pencahayaan, dan aromaterapi.
 - Menyediakan informasi status perangkat dan hasil analisis kesehatan secara lokal.
 - Menggunakan mode hemat daya dan layar antimikroba untuk kebersihan optimal.

6. Flush Hemat Air

(a) Tangki Vakum

- Fungsi:
 - Menyediakan tekanan udara negatif untuk mendorong limbah secara efisien ke saluran pembuangan.
- Spesifikasi:
 - Terbuat dari material ringan, tetapi kuat, seperti polikarbonat atau baja tahan karat.
 - Dilengkapi dengan sistem kedap udara untuk memastikan vakum tetap terjaga.

(b) Pompa Vakum

- Fungsi:
 - Membuat tekanan negatif di dalam tangki vakum.
- Spesifikasi:
 - Beroperasi dengan daya rendah.

- Memiliki sensor otomatis untuk mengatur tekanan sesuai kebutuhan.

(c) Katup Tekanan

- Fungsi:
 - Mengatur aliran udara antara tangki vakum dan saluran pembuangan.
 - Membuka dan menutup dengan presisi untuk mengontrol pelepasan limbah.
- Spesifikasi:
 - Menggunakan katup solenoid yang diaktifkan secara elektronik.

(d) Saluran Pembuangan Vakum

- Fungsi:
 - Menyalurkan limbah ke sistem pembuangan utama dengan menggunakan tekanan udara.
- Spesifikasi:
 - Berdiameter kecil tetapi tahan tekanan, untuk meningkatkan efisiensi pembuangan.

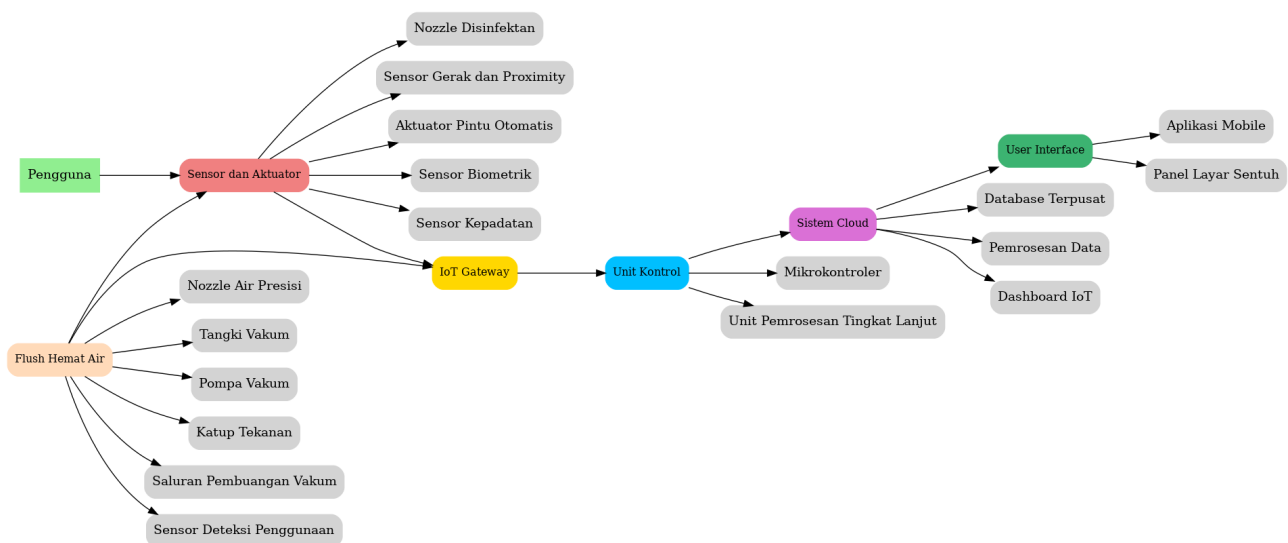
(e) Sensor Deteksi Penggunaan

- Fungsi:
 - Mendeteksi apakah toilet digunakan untuk cairan atau limbah padat untuk menentukan jumlah air yang diperlukan.
- Spesifikasi:
 - Menggunakan sensor inframerah di dudukan toilet.

(f) Nozzle Air Presisi

- Fungsi:
 - Menyemprotkan air dengan tekanan tinggi ke area yang diperlukan untuk pembersihan yang lebih optimal.
- Spesifikasi:
 - Dipasang di sekitar permukaan toilet untuk memaksimalkan efisiensi penggunaan air.

Berikut diagram blok dari rancangan arsitektur sistem Sanivox:



Gambar 1: Diagram Blok Rancangan Arsitektur Sistem Sanivox

Penjelasan Diagram Blok:

Sistem ini dimulai dengan interaksi pengguna, di mana kehadiran mereka memicu sistem melalui sensor gerak dan proximity. Sensor ini bekerja untuk mendeteksi keberadaan pengguna dan mengaktifkan berbagai fungsi seperti pembukaan pintu otomatis serta flush. Sensor dan aktuator menjadi komponen utama yang bertugas mengelola input dari pengguna dan mengontrol respons perangkat keras, termasuk aktuator pintu otomatis untuk membuka dan menutup pintu, sensor biometrik untuk menganalisis biomarker dalam limbah, sensor kepadatan untuk mengukur jumlah pengguna di ruang publik, dan nozzle disinfektan yang menyemprotkan cairan pembersih setelah toilet digunakan.

Semua data yang dikumpulkan oleh sensor dan aktuator diteruskan ke IoT Gateway, yang berfungsi sebagai penghubung antara perangkat keras dan jaringan cloud. IoT Gateway memastikan komunikasi antar perangkat berjalan lancar dengan menggunakan protokol seperti MQTT. Dari IoT Gateway, data diteruskan ke unit kontrol yang mengelola operasi perangkat keras dan memproses data sensor. Unit kontrol ini terdiri dari mikrokontroler untuk mengelola fungsi dasar seperti flush otomatis dan penyemprotan disinfektan, serta unit pemrosesan tingkat lanjut yang mengolah data biomarker, pola penggunaan, dan mendukung algoritma AI untuk analisis yang lebih kompleks.

Setelah diproses di unit kontrol, data dikirimkan ke sistem cloud untuk penyimpanan terpusat dan analisis lebih lanjut. Sistem cloud ini mencakup database terpusat untuk menyimpan data biomarker, kepadatan pengguna, dan pola penggunaan, pemrosesan data dengan machine learning untuk analisis kesehatan, serta dashboard IoT untuk memberikan visualisasi data kepada admin dan pengguna. Data yang dianalisis di cloud disajikan melalui antarmuka pengguna (user interface) yang terdiri dari aplikasi mobile dan panel layar sentuh. Aplikasi mobile memungkinkan pengguna mengatur fitur seperti suhu duduk, intensitas aromaterapi, dan melihat laporan kesehatan, sementara panel layar sentuh memberikan kontrol manual dan informasi status perangkat secara lokal.

Salah satu komponen utama sistem adalah flush hemat air yang dirancang untuk mengoptimalkan penggunaan air. Teknologi ini menggunakan tangki vakum, pompa vakum, katup tekanan, dan saluran pembuangan vakum untuk membersihkan toilet dengan air minimal. Sensor deteksi penggunaan menentukan jumlah air yang dibutuhkan berdasarkan jenis limbah, sedangkan nozzle air presisi memastikan area toilet tetap bersih. Komponen flush ini terhubung dengan IoT Gateway dan sensor untuk memastikan sinkronisasi dan kontrol yang optimal.

Secara keseluruhan, diagram blok ini menunjukkan alur sistem yang dimulai dari interaksi pengguna, pengumpulan data oleh sensor, pengelolaan komunikasi oleh IoT Gateway, pemrosesan data di unit kontrol, penyimpanan dan analisis di cloud, hingga penyajian data kepada pengguna.

6 Referensi

1. Buku:

- Hendriarianti, E., Nuswantoro, W., Supriadi, & Gai, A. M. (2024). Sanitasi permukiman dan dampaknya terhadap kesehatan masyarakat. PT Media Penerbit Indonesia. ISBN: 978-623-8702-25-1
- Palilingan, R., Febrina, L., Sudasman, F. H., Musdalifah, Pati, D., Yulaida, I., Santiari, M., Pambudi, J., Sila, N., Apriyani, Tribakti, I., & Pustaka, S. (2023). Dasar kesehatan lingkungan. Penerbit tidak disebutkan. ISBN: 978-623-09-1745-5.

2. Artikel Jurnal:

- Chen, X., Zheng, B., Zhou, S., Shi, C., Liang, Y., & Hu, L. (2024). Development and application of intelligent coating technology: A review. *Coatings*, 14(5), 597. <https://doi.org/10.3390/coatings14050597>
- Gong, M., Li, K., Tian, T., Mao, X., & Wang, C. (2020). Research and analysis on the development of intelligent toilet. *Journal of Physics: Conference Series*, 1684(1), 012038. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1684/1/012038>

- Mousavi, S., Hosseinzadeh, A., & Golzary, A. (2023). Challenges, recent development, and opportunities of smart waste collection: A review. *Science of The Total Environment*, 886, 163925. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163925>
- Nascimento, D. R., & Fettermann, D. C. (2023). The acceptance of smart home technologies: A literature review of benefits and barriers perceived by users. *Contemporary Management Research*, 19(2), 107–129. <https://doi.org/10.7903/cmr.22539>
- Radcliffe, J. C., & Page, D. (2020). Water reuse and recycling in Australia — history, current situation and future perspectives. *Water Cycle*, 1, 19–40. <https://doi.org/10.1016/j.watcyc.2020.05.005>
- Siallagan, T. F. P., Novianti, W., Permana, E., & Ahmad, H. N. (2024). Sistem monitoring kenyamanan toilet berbasis IoT menggunakan platform Blynk. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 17(2), 118.
- Seth, M., & Jana, S. (2020). Nanomaterials Based Superhydrophobic and Antimicrobial Coatings. *NanoWorld Journal*, 06(02). <https://doi.org/10.17756/nwj.2020-077>
- Vardoulakis, S., Espinoza Oyarce, D. A., & Donner, E. (2022). Transmission of COVID-19 and other infectious diseases in public washrooms: A systematic review. *Science of The Total Environment*, 803, 149932. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149932>

3. Artikel Prosiding:

- Shaikh, F., Shaikh, F., Sayed, K., Mittha, N., & Khan, N. (2019). Smart toilet based on IoT. 2019 3rd International Conference on Computing Methodologies and Communication (ICCMC), 248–250. <https://doi.org/10.1109/ICCMC.2019.8819606>

4. Website:

- International Water Association. (2024). Climate Resilient Water Efficient Sanitation Technology For Toilet Equity and Peace. Retrieved from <https://nlink.at/FFAu>
- Omron. (2021). Smart Toilets contributing towards a sustainable and safer living in India. Retrieved from <https://www.omron.com/global/en/edge-link/news/555.html>
- TOTO USA. (2024). TOTO's Global Sustainability Initiatives. Retrieved from <https://www.totousa.com/blog/toto-s-global-sustainability-initiatives>
- Kohler Asia Pacific. (2024). Smart toilet technology overview. Retrieved from <https://kohlerasiapacific.com/productDetails/3901?skuid=>