

Aplikasi Mobile Native untuk Digital Cockpit pada Sistem Human Digital Twin

Wahid Alfaridsi Achmad Zein¹, Abdul Fadlil², Herman^{3*}

^{1,3}Program Studi Magister Informatika, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, Indonesia

²Program Studi Teknik Elektro, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, Indonesia

*Korespondensi Penulis: hermankaha@mti.uad.ac.id

Info Artikel	ABSTRAK
Dikirim: 21-01-2025 Diterima: 16-04-2025 Diterbitkan: xx-11-2025	Dalam era digital, kebutuhan akan aplikasi kesehatan yang mampu memantau kondisi tubuh secara real-time semakin meningkat. Teknologi human digital twin menawarkan solusi inovatif untuk pemantauan kesehatan secara real-time dan interaktif. Namun, sistem digital twin saat ini masih memiliki keterbatasan dalam hal antarmuka. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun aplikasi mobile native untuk Digital Cockpit pada sistem Human Digital Twin. Digital Cockpit ini diharapkan dapat memudahkan pengguna dalam berinteraksi dengan sistem dan memantau kondisi tubuh mereka. Metodologi penelitian ini meliputi perancangan proses bisnis, penentuan arsitektur, perancangan wireframe, pengembangan, dan pengujian aplikasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi ini berhasil menampilkan data kesehatan seperti detak jantung, tekanan darah, suhu tubuh, berat badan, rata-rata tekanan darah, rekap tekanan darah, durasi tidur, dan nilai kualitas tidur secara real-time. Hasil pengujian aplikasi menunjukkan bahwa setiap unit kode program telah berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Pengujian menggunakan metode <i>black box</i> berhasil mengidentifikasi bahwa semua fitur aplikasi bekerja sesuai dengan kebutuhan pengguna. Aplikasi ini telah memenuhi standar kualitas dan siap untuk digunakan.
Kata kunci: Human Digital Twin; Digital Cockpit; Mobile Native; Data Real-Time; Pemantauan Kesehatan.	

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di era digital telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam bidang Kesehatan [1]. Kebutuhan masyarakat akan aplikasi kesehatan yang mampu memantau kondisi tubuh secara real-time semakin tinggi, terutama dengan meningkatnya kesadaran akan pentingnya pemantauan kesehatan diri [2]. Dengan adanya aplikasi kesehatan yang bersifat real-time, pengguna diharapkan dapat memantau kondisi tubuhnya secara mandiri dan mendapatkan peringatan dini terhadap kondisi kesehatan yang membutuhkan penanganan lebih lanjut.

Teknologi human digital twin menjadi solusi inovatif dalam memenuhi kebutuhan pemantauan kesehatan yang akurat dan interaktif. Human digital twin adalah representasi digital dari kondisi tubuh seseorang yang memungkinkan pemantauan secara real-time berdasarkan data yang diperoleh dari individu di physical reality [3], [4], [5]. Teknologi ini tidak hanya berguna untuk mencatat data kesehatan, tetapi juga memberikan gambaran interaktif yang memudahkan pengguna memahami kondisi kesehatan mereka secara lebih mendalam.

Digital Cockpit adalah sebuah platform yang menyediakan Graphical User Interface untuk memantau, mengontrol, dan berinteraksi dengan data dari Digital Twin secara langsung [6], [7]. Digital Cockpit mengintegrasikan berbagai informasi dari DT Models dan modul AI ke dalam satu platform yang mudah

digunakan [8], [9], [10]. Digital Cockpit juga mampu memberikan tampilan real-time dari status kesehatan, aktivitas, dan parameter kesehatan penting lainnya, memungkinkan pengguna untuk melihat kondisi mereka dan menerima rekomendasi dari system [11]. Dengan Digital Cockpit, individu atau tenaga kesehatan dapat mengambil langkah-langkah proaktif dalam manajemen kesehatan, seperti melakukan perubahan gaya hidup atau memulai pengobatan sebelum kondisi memburuk. Digital Cockpit dapat diaplikasikan dalam berbagai bentuk, seperti real-time animation [12], dynamic simulator, dan aplikasi mobile [13], yang masing-masing memiliki peran penting dalam memberikan visualisasi, simulasi, dan aksesibilitas data secara efektif. Setiap bentuk memiliki fungsi yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan pemantauan dan analisis kesehatan, serta interaksi pengguna dengan sistem Digital Twin [14], [15], [16]. Dengan beragam bentuk ini, Digital Cockpit memungkinkan integrasi data, memberikan pengalaman yang interaktif dan dinamis, serta menjembatani antara pengguna dan informasi kesehatan yang real-time melalui perangkat yang praktis.

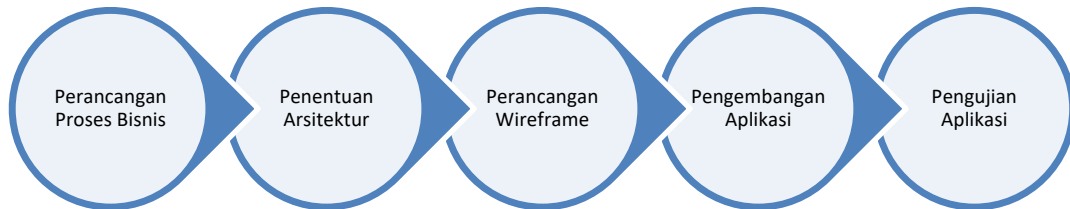
Mobile application adalah salah satu bentuk antarmuka yang paling umum digunakan untuk mengakses Digital Cockpit di mana saja dan kapan saja [17]. Aplikasi mobile memungkinkan pengguna mengelola, memantau, dan menganalisis data kesehatan pribadi mereka langsung dari perangkat yang selalu dibawa, seperti smartphone. Misalnya, dalam konteks digital twin jantung, aplikasi mobile dapat digunakan oleh dokter untuk memantau data jantung pasien secara real-time, mengakses simulasi jantung yang dihasilkan oleh digital twin, serta memberikan rekomendasi pengobatan atau tindakan medis berdasarkan hasil analisis tersebut, tanpa harus menunggu pemeriksaan langsung di rumah sakit [18], [19]. Ada beberapa jenis aplikasi mobile mobile app yang dapat digunakan, termasuk Mobile Web Application yang berjalan di browser [20][21], Progressive Web Application (PWA) yang menawarkan pengalaman seperti aplikasi native dengan kemampuan offline [22], hybrid app yang menggabungkan elemen web dan native [21], serta native application yang dirancang khusus untuk platform tertentu, seperti Android atau iOS [20]. Native Application adalah aplikasi native dibangun khusus untuk platform tertentu, seperti Android atau iOS, menggunakan bahasa pemrograman yang didukung oleh sistem operasi, seperti Java atau Kotlin untuk Android, dan Swift untuk iOS. Aplikasi native menawarkan performa yang tinggi, akses penuh ke hardware, serta pengalaman pengguna yang lebih halus dan responsif [21].

Beberapa penelitian terdahulu mendukung penelitian ini, yaitu pengembangan aplikasi mobile native yang berfungsi sebagai Digital Cockpit dalam sistem Human Digital Twin. Penelitian oleh Cremonini et al. (2024) mengilustrasikan penerapan digital twin dalam konteks industri pada mesin pemotong batu, yang memungkinkan pemantauan kinerja mesin, simulasi pemotongan, dan identifikasi potensi kerusakan secara real-time melalui data sensor [23]. Girau et al. (2024) Dalam konteks kesehatan, penelitian mengenai Human Digital Twin (HDT) dalam Social Internet of Things (SIoT) menunjukkan potensi HDT untuk merepresentasikan kondisi fisik dan psikologis individu secara real-time, mendukung pemantauan kesehatan, keselamatan, dan interaksi dengan layanan darurat berbasis cloud/edge [24]. Selain itu, penelitian Dihan et al. (2024) menyoroti penerapan digital twin di berbagai sektor, termasuk kesehatan, dengan menekankan integrasi data antara model fisik dan digital untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi operasional [25]. Sementara itu, penelitian De Bortoli et al. (2024) memperlihatkan pemanfaatan digital twin berbasis algoritma computer vision untuk kontrol posisi dalam sektor pertanian, menunjukkan efektivitas digital twin dalam memvalidasi solusi berbasis data [26]. Penelitian Yannou et al. (2024) juga mendukung pendekatan digital twin melalui pengembangan framework Circular Digital Cockpit untuk mengevaluasi kinerja sirkularitas dan keberlanjutan organisasi [27]. Meski penelitian-penelitian tersebut berfokus pada konteks dan sektor yang berbeda, kesamaan terletak pada pemanfaatan teknologi digital twin untuk meningkatkan efisiensi dan fungsionalitas sistem, yang relevan dengan penelitian ini dalam menghadirkan Digital Cockpit sebagai antarmuka intuitif untuk memantau kesehatan pengguna secara personal dan real-time.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah aplikasi mobile native yang berfungsi sebagai digital Cockpit dalam sistem human digital twin. Aplikasi ini dirancang untuk memberikan antarmuka yang intuitif dan fungsional, sehingga mempermudah pengguna dalam berinteraksi dengan sistem sekaligus memantau kondisi tubuh mereka secara real-time. Dengan mengintegrasikan data tubuh pengguna secara digital, digital cockpit diharapkan dapat menjadi alat yang efektif untuk meningkatkan pemahaman dan kesadaran pengguna terhadap kondisi kesehatan mereka, serta memberikan informasi yang relevan untuk pengambilan keputusan yang lebih baik dalam manajemen kesehatan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dirancang dalam beberapa tahapan sesuai dengan kerangka kerja penelitian yang disajikan Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Kerja Penelitian

2.1. Perancangan Proses Bisnis

Perancangan bisnis aplikasi mobile native untuk Digital Cockpit pada sistem human digital twin adalah proses strategis untuk menciptakan antar muka interaktif dengan visualisasi dan manajemen data Kesehatan manusia secara real-time. Proses bisnis dimulai dengan pengumpulan data biometrik oleh perangkat wearable seperti *smartwatch* atau sensor tubuh pengguna. Data ini kemudian dikirimkan ke aplikasi mobile melalui koneksi wireless. Setelah diterima, aplikasi memproses dan menganalisis data kemudian menampilkan simulasi detak jantung serta visualisasi grafiknya sehingga mudah dipahami oleh pengguna.

2.2. Penentuan Arsitektur

Arsitektur aplikasi yang dirancang dalam penelitian ini bertujuan untuk mengelola dan memproses data secara efisien, memungkinkan interaksi antara pengguna dan sistem. Arsitektur penelitian ini dirancang pada mobile native application untuk digital cockpit sistem human digital twin, yang terdiri dari visualisation layer, application layer, connection layer, data layer. Pada visualisation layer bertujuan untuk menampilkan data yang diterima dari wearable device yang sudah diolah oleh application layer, connection layer bertugas untuk menjembatani antara application layer dengan data layer, dan data layer bertugas untuk menyimpan data mentah atau olahan melalui connection layer. Perancangan arsitektur ini mendukung pengembangan yang lebih terstruktur dan pemeliharaan yang lebih mudah.

2.3. Perancangan Wireframe

Wireframe adalah representasi visual dari antarmuka pengguna aplikasi yang menunjukkan elemen-elemen dasar dan tata letak tanpa detail desain grafis. Tujuan dari wireframe adalah untuk merencanakan struktur dan fungsionalitas aplikasi secara jelas, sehingga memudahkan tim pengembang dan pemangku kepentingan untuk memahami alur pengguna dan interaksi yang diharapkan. Proses pembuatan wireframe dimulai dengan pengumpulan kebutuhan pengguna dan analisis fungsionalitas yang diperlukan, diikuti dengan sketsa kasar dari tata letak halaman, penempatan elemen seperti tombol, menu, dan konten. Setelah sketsa awal disetujui, wireframe yang lebih terperinci dibuat untuk menggambarkan alur navigasi dan interaksi, yang kemudian digunakan sebagai panduan dalam pengembangan antarmuka pengguna aplikasi.

2.4. Pengembangan Aplikasi

Pengembangan aplikasi ini dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Java di Android Studio, dengan target minimal versi Android Marshmallow. Proses dimulai dengan perancangan arsitektur sistem yang mencakup pemilihan teknologi yang tepat, termasuk penggunaan library dan framework yang mendukung pengembangan aplikasi mobile. Setelah arsitektur ditentukan, peneliti mulai membangun komponen frontend dan backend. Frontend dirancang untuk memberikan antarmuka pengguna yang intuitif dan responsif, sementara backend bertanggung jawab untuk pengolahan data dan logika aplikasi.

2.5. Pengujian Aplikasi

Pengujian aplikasi terdiri dari pengujian unit setiap kode program untuk memastikan seluruh komponen berfungsi dengan baik dan pengujian aplikasi dilakukan menggunakan metode *black box*, yang berfokus pada pengujian fungsionalitas tanpa mempertimbangkan struktur internal atau kode sumber aplikasi. Metode ini untuk mengevaluasi apakah aplikasi memenuhi kebutuhan pengguna dan berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Hasil dari pengujian ini dicatat dan dianalisis untuk mengidentifikasi bug atau masalah yang perlu diperbaiki. Setelah perbaikan dilakukan, pengujian diulang untuk memastikan bahwa semua masalah telah teratasi dan aplikasi berfungsi dengan baik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Proses Bisnis Aplikasi

Perancangan bisnis aplikasi mobile native untuk Digital Cockpit dalam konteks sistem human digital twin merupakan langkah strategis yang bertujuan untuk menciptakan antarmuka interaktif yang memungkinkan visualisasi dan manajemen data kesehatan manusia secara real-time. Proses bisnis ini terdiri dari beberapa tahapan yang saling terintegrasi.

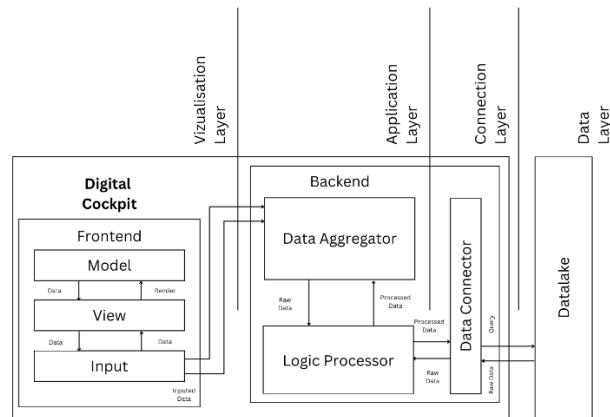
Proses bisnis dimulai dengan pengumpulan data biometrik yang dilakukan oleh perangkat wearable, seperti smartwatch atau sensor tubuh. Perangkat ini dilengkapi dengan berbagai sensor yang mampu mengukur parameter kesehatan, seperti detak jantung, tekanan darah, tingkat oksigen dalam darah, dan aktivitas fisik. Data yang dikumpulkan bersifat real-time, sehingga memberikan gambaran akurat mengenai kondisi kesehatan pengguna pada saat itu.

Setelah data biometrik dikumpulkan, langkah selanjutnya adalah pengiriman data tersebut ke aplikasi mobile. Proses ini dilakukan melalui koneksi wireless, seperti Bluetooth, Wi-Fi, maupun REST API, yang memungkinkan transfer data secara cepat dan efisien. Aplikasi mobile dirancang untuk menerima data dalam format yang telah ditentukan, sehingga memudahkan proses integrasi dan pengolahan data.

Begitu data diterima oleh aplikasi, proses pemrosesan dan analisis data dimulai. Aplikasi menggunakan algoritma analisis data untuk mengolah informasi yang diterima. Proses ini mencakup pengolahan data mentah menjadi informasi yang lebih bermakna, seperti menghitung rata-rata detak jantung, mendeteksi anomali, dan mengidentifikasi pola kesehatan pengguna. Hasil analisis ini sangat penting untuk memberikan wawasan yang berguna bagi pengguna dalam memahami kondisi kesehatan mereka.

3.2. Arsitektur Aplikasi Mobile untuk *Digital Cockpit*

Desain arsitektur aplikasi mobile untuk *digital cockpit* pada human digital twin khususnya pada sistem peredaran yang berkaitan dengan jantung dan pembuluh darah (*cardiovascular system*) dirancang dengan struktur yang terintegrasi dan modular. Arsitektur ini terdiri dari beberapa layer yang saling berinteraksi untuk mendukung pemantauan kesehatan secara real-time ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Arsitektur Aplikasi Mobile Untuk *Digital Cockpit*

Gambar 2 menggambarkan struktur arsitektur yang terdiri dari beberapa komponen utama, yang masing-masing memiliki fungsi spesifik dalam pengolahan dan penyajian data. Komponen tersebut terdiri dari visualisation layer, application layer, connection layer, dan data layer.

Proses kerja aplikasi mobile untuk digital cockpit dimulai dari pengguna yang memberikan input melalui antarmuka frontend. Input ini kemudian diproses oleh Model dan View untuk menampilkan data yang relevan. Data yang diperlukan akan diambil dari Data Layer melalui Data Connector. Setelah data terkumpul, Data Aggregator akan mengolahnya dan mengirimkan hasilnya ke Logic Processor untuk diterapkan logika bisnis yang sesuai.

Setelah data diproses, hasilnya akan dikirim kembali ke frontend untuk ditampilkan kepada pengguna. Visualization Layer akan menyajikan data dalam bentuk yang mudah dipahami, sehingga pengguna dapat mengambil keputusan berdasarkan informasi yang disajikan.

Arsitektur aplikasi mobile untuk Digital Cockpit dirancang dengan mempertimbangkan efisiensi dan kemudahan penggunaan. Dengan memisahkan berbagai komponen ke dalam lapisan-lapisan yang jelas, aplikasi ini mampu mengelola data dengan baik dan memberikan pengalaman pengguna yang optimal. Struktur ini juga memungkinkan pengembangan dan pemeliharaan aplikasi yang lebih mudah, serta meningkatkan kemampuan aplikasi untuk beradaptasi dengan kebutuhan pengguna yang terus berkembang.

Frontend Layer adalah lapisan yang berfungsi sebagai antarmuka pengguna. Di sini, pengguna dapat berinteraksi dengan aplikasi melalui berbagai komponen yang dirancang untuk menampilkan data kesehatan secara visual. Komponen utama dalam layer ini mencakup Model, View, dan Input. Model bertanggung jawab untuk menyimpan dan mengelola data, sedangkan View berfungsi untuk me-render data tersebut ke dalam format yang dapat dipahami oleh pengguna. Input memungkinkan pengguna untuk memasukkan data, seperti informasi kesehatan, detak jantung, tekanan darah, dan lainnya. Dengan desain yang responsif, frontend memastikan bahwa pengguna mendapatkan pengalaman yang intuitif dan mudah digunakan.

Di tengah arsitektur, terdapat Backend Layer yang terdiri dari dua komponen utama: Data Aggregator dan Logic Processor. Data Aggregator berfungsi untuk mengumpulkan data dari berbagai sumber, termasuk perangkat wearable dan aplikasi kesehatan lainnya. Proses pengumpulan data ini dilakukan secara real-time, sehingga informasi yang ditampilkan kepada pengguna selalu akurat. Setelah data terkumpul, Logic Processor bertugas untuk menganalisis data tersebut. Dengan menggunakan algoritma Machine Learning, Logic Processor dapat mendeteksi pola dan memberikan rekomendasi kesehatan yang sesuai. Misalnya, jika data menunjukkan adanya anomali dalam detak jantung, sistem dapat memberikan peringatan kepada pengguna untuk melakukan tindakan lebih lanjut, seperti berkonsultasi dengan dokter.

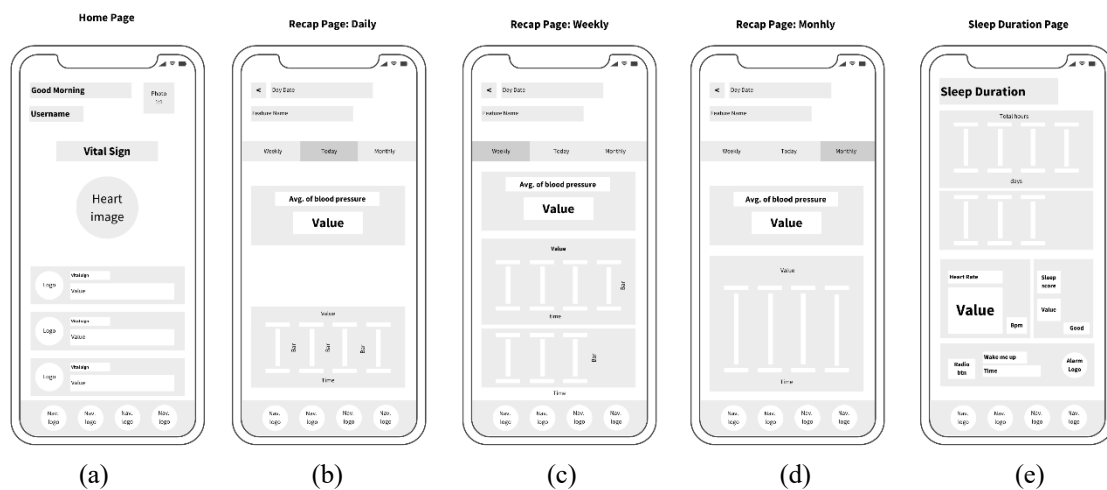
Data Layer berfungsi sebagai fondasi penyimpanan dan pengambilan data. Layer ini mengelola semua data yang diperlukan oleh aplikasi, baik data terstruktur maupun tidak terstruktur. Dalam arsitektur ini, Data Layer terhubung dengan Data Lake, yang memungkinkan penyimpanan data dalam jumlah besar dan beragam format. Data yang sering diakses disimpan dalam cache untuk meningkatkan kecepatan akses, sehingga pengguna dapat melihat informasi terbaru tanpa penundaan. Selain itu, layer ini juga menerapkan protokol keamanan yang ketat untuk melindungi data pribadi pengguna, memastikan bahwa informasi sensitif tetap aman dan hanya dapat diakses oleh pihak yang berwenang.

Arsitektur ini juga mencakup Connection Layer dan Application Layer. Connection Layer berfungsi untuk menghubungkan aplikasi dengan berbagai sumber data eksternal, memungkinkan integrasi dengan sistem kesehatan lainnya, seperti rumah sakit atau klinik. Hal ini memungkinkan aplikasi untuk memberikan konteks yang lebih luas bagi pengguna, serta mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik berdasarkan data yang lebih komprehensif. Sementara itu, Application Layer mengelola logika aplikasi dan interaksi antara frontend dan backend, memastikan bahwa semua komponen berfungsi.

Secara keseluruhan, arsitektur aplikasi mobile untuk Digital Cockpit ini tidak hanya mampu memantau kondisi kesehatan pengguna secara efisien, tetapi juga memberikan rekomendasi yang proaktif berdasarkan analisis data yang dilakukan oleh sistem. Dengan integrasi yang baik antara frontend, backend, dan data layer, aplikasi ini diharapkan dapat memberikan manfaat maksimal bagi pengguna dalam menjaga kesehatan mereka. Melalui pendekatan yang terintegrasi, Digital Cockpit berfungsi sebagai alat yang kuat untuk meningkatkan kesadaran kesehatan dan mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik bagi pengguna.

3.3. Desain Wireframe

Desain wireframe aplikasi mobile untuk digital cockpit dari human digital twin adalah seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Desain Wireframe Aplikasi Mobile Untuk Digital Cockpit

Desain wireframe mobile application untuk Digital Cockpit dirancang untuk memberikan antarmuka pengguna yang intuitif dan informatif, memungkinkan pengguna untuk memantau kesehatan mereka dengan mudah. Gambar 3 menunjukkan beberapa tampilan utama dari aplikasi, yang mencakup berbagai fitur dan informasi kesehatan yang relevan.

Pada tampilan Gambar 3(a) Home Page, pengguna disambut dengan pesan "Good Morning", diikuti dengan nama pengguna. Hal ini menciptakan pengalaman yang ramah dan menyenangkan. Di bagian tengah, terdapat bagian Vital Sign yang menampilkan informasi kesehatan dasar, seperti detak jantung dan tekanan darah. Penggunaan gambar jantung sebagai representasi visual memberikan konteks yang jelas dan menarik bagi pengguna. Di bawahnya, terdapat beberapa indikator vital sign lainnya yang menunjukkan nilai-nilai penting, seperti kadar oksigen dan suhu tubuh, yang disajikan dalam format yang mudah dibaca.

Tampilan Gambar 3(b) Recap Page: Daily menampilkan data yang lebih terperinci mengenai Average Blood Pressure. Pengguna dapat memilih untuk melihat data dalam format harian, mingguan, atau bulanan, memberikan fleksibilitas dalam pemantauan kesehatan. Di sini, nilai rata-rata tekanan darah ditampilkan dengan jelas, dan grafik batang digunakan untuk menunjukkan tren dari waktu ke waktu. Hal ini membantu pengguna memahami fluktuasi dalam tekanan darah mereka dan mengambil tindakan yang diperlukan jika ada perubahan yang signifikan.

Tampilan Gambar 3(c) Recap Page: weekly dan tampilan Gambar 3(d) Recap Page: Monthly melanjutkan tema pemantauan kesehatan dengan menampilkan data tambahan, seperti Sleep Duration dan Heart Rate. Pada

tampilan ini, pengguna dapat melihat total jam tidur mereka, serta skor tidur yang memberikan gambaran tentang kualitas tidur. Informasi ini disajikan dalam format yang mudah dipahami, dengan grafik yang menunjukkan durasi tidur dalam beberapa hari terakhir. Selain itu, tampilan ini juga mencakup informasi tentang detak jantung, yang ditampilkan dalam format numerik dan grafik, memberikan pengguna pemahaman yang lebih dalam tentang kesehatan jantung mereka.

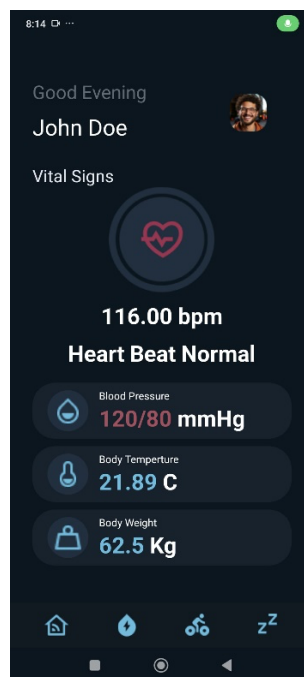
Tampilan pada Gambar 3(e) menekankan fitur tambahan yang mendukung kesehatan pengguna, seperti pengaturan alarm untuk mengingatkan pengguna tentang waktu tidur atau aktivitas lainnya. Radio button untuk mengatur alarm memberikan interaktivitas yang lebih bagus, memungkinkan pengguna untuk menyesuaikan alarm sesuai dengan kebutuhan mereka.

Secara keseluruhan, desain wireframe ini mencerminkan pendekatan yang berfokus pada pengguna, dengan antarmuka yang bersih dan terorganisir. Setiap elemen dirancang untuk memberikan informasi yang relevan dan mudah diakses, sehingga pengguna dapat dengan cepat memahami kondisi kesehatan mereka dan mengambil langkah-langkah yang diperlukan untuk menjaga kesehatan. Dengan desain yang responsif dan intuitif, aplikasi ini diharapkan dapat meningkatkan kesadaran kesehatan pengguna dan mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik.

3.4. Tampilan Antar Muka

3.4.1. Halaman Utama

Hasil screenshot untuk halaman utama akan ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Screenshot Halaman Utama

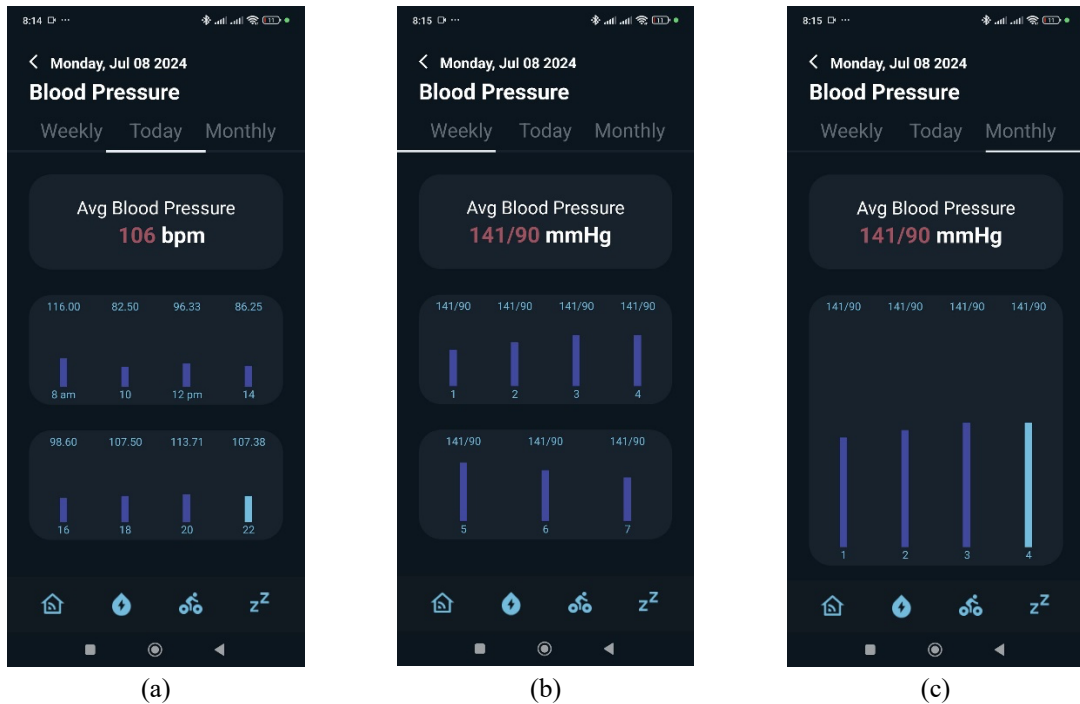
Gambar 4 menampilkan hasil screenshot dari halaman utama aplikasi. Pada halaman ini, aplikasi memberikan sapaan yang disesuaikan dengan waktu, seperti "Good Morning" atau "Good Evening", serta menampilkan nama dan foto profil pengguna. Bagian utama halaman ini menyajikan beberapa parameter vital yang penting. Pertama, ada Heart Beat yang ditampilkan dengan ikon detak jantung yang beranimasi secara real-time berdasarkan data yang diterima dari perangkat wearable. Di bawahnya, terdapat angka BPM (beats per minute) yang menunjukkan jumlah detak jantung per menit, disertai keterangan apakah detak jantung tersebut berada dalam kategori normal atau tidak. Selanjutnya, Blood Pressure ditampilkan dalam satuan mmHg, memungkinkan pengguna untuk memantau kesehatan kardiovaskular mereka.

Selain itu, terdapat Body Temperature yang menampilkan suhu tubuh pengguna, berguna untuk memantau apakah terdapat demam atau suhu tubuh abnormal. Body Weight juga ditampilkan untuk melacak perubahan

berat badan pengguna dari waktu ke waktu. Di bagian bawah halaman ini, terdapat menu navigasi yang memudahkan pengguna untuk berpindah ke halaman lain. Jika pengguna menekan bagian Blood Pressure, mereka akan diarahkan ke halaman rekap untuk melihat detail lebih lanjut mengenai tekanan darah mereka.

3.4.2. Halaman Rekap Detak Jantung

Hasil screenshot untuk halaman rekap harian, rekap mingguan, dan rekap bulanan akan ditunjukkan pada Gambar 5.

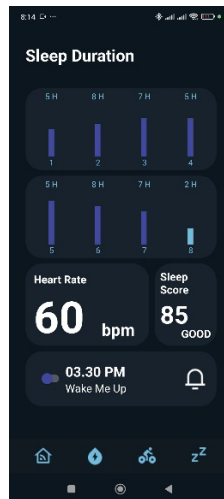


Gambar 5. Screenshot Halaman Rekap

Halaman kedua yang disajikan pada Gambar 5(a) menampilkan rekap detak jantung harian dari pukul 8 pagi hingga 10 malam, sementara Gambar 5(b) menyajikan rekap harian dalam sepekan, dan Gambar 5(c) menampilkan rekap pekanan selama satu bulan. Data tersebut ditampilkan dalam bentuk grafik batang yang menggambarkan BPM (*beats per minute*) dalam interval waktu yang telah ditentukan. Pengguna dapat memilih beberapa opsi tampilan data, yaitu: Today untuk menampilkan data hari ini, Weekly untuk melihat rata-rata detak jantung harian selama satu minggu dengan 7 bagan harian, dan Monthly yang menyajikan rata-rata mingguan selama satu bulan, ditampilkan dengan 4 bagan untuk setiap minggu. Di bagian atas grafik, terdapat informasi rata-rata tekanan darah (*average blood pressure*) yang memberikan gambaran umum tentang kondisi tekanan darah pengguna.

3.4.3. Halaman Sleep Tracker

Hasil screenshot untuk halaman rekap harian akan ditunjukkan pada Gambar 6.



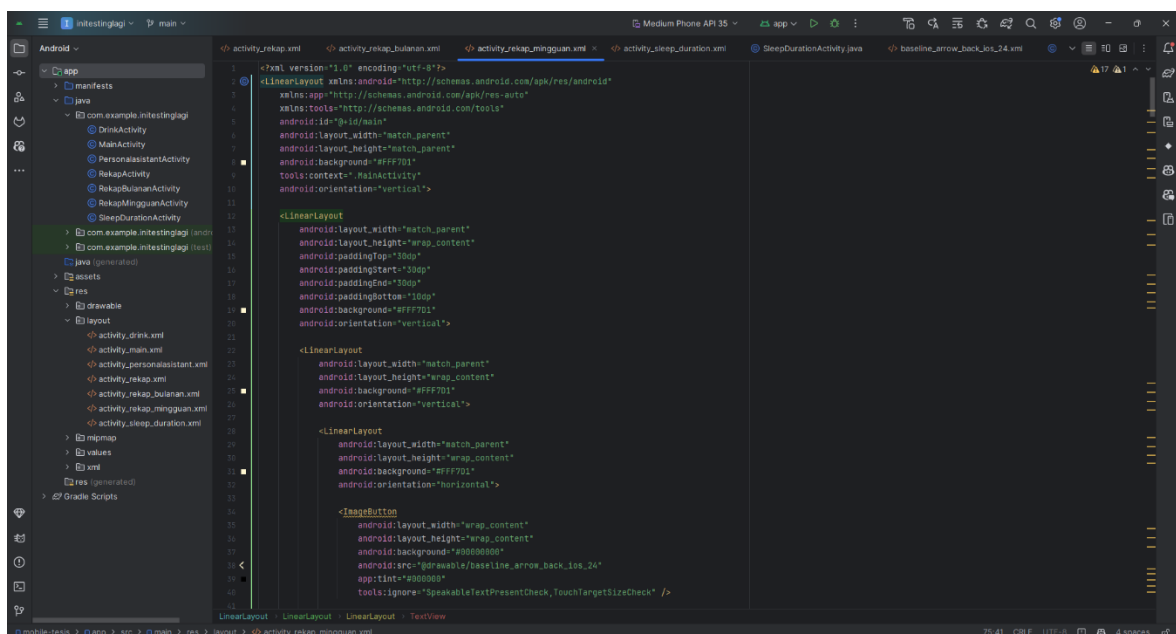
Gambar 6. Hasil Screenshoot Halaman Sleeptracker

Gambar 6 menunjukkan hasil tangkapan layar pada halaman sleep tracker. Halaman ini menampilkan fitur pelacakan tidur dengan beberapa parameter penting, seperti Sleep Duration, yang divisualisasikan dalam bentuk grafik batang untuk menunjukkan durasi tidur pengguna selama seminggu terakhir, termasuk bagan untuk hari ini. Selain itu, ada juga fitur Heart Rate During Sleep yang menampilkan detak jantung pengguna saat tidur, memberikan wawasan mengenai kondisi kesehatan jantung saat beristirahat.

Parameter lainnya adalah Sleep Score, yang menunjukkan kualitas tidur berdasarkan durasi dan detak jantung yang terekam selama periode tidur. Di bagian bawah halaman, terdapat fitur Alarm yang memungkinkan pengguna untuk mengatur pengingat tidur dengan opsi "Wake Me Up", membantu pengguna membangun pola tidur yang lebih baik dan teratur.

3.5. Hasil Pengujian Aplikasi

Pada bagian ini, akan dibahas mengenai hasil pengujian aplikasi mobile native untuk Digital Cockpit yang telah dirancang. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa aplikasi berfungsi dengan baik dan memenuhi kebutuhan pengguna. Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode black box, yang fokus pada pengujian fungsionalitas aplikasi tanpa mempertimbangkan struktur internal atau kode sumbernya. Pada Gambar 7 disajikan hasil kode program setiap halaman aplikasi yang telah diuji.



Gambar 7. Hasil kode program setiap halaman aplikasi

Gambar 7 menunjukkan kode yang berjalan di Android Studio menggunakan bahasa pemrograman Java. Kode ini merupakan bagian dari implementasi aplikasi yang mengelola data biometrik pengguna. Dalam gambar tersebut, terlihat bagaimana aplikasi menerima data dari perangkat wearable, memproses informasi tersebut, dan menampilkan hasil analisis dalam bentuk visualisasi yang mudah dipahami oleh pengguna. Kode ini mencakup berbagai fungsi, seperti pengambilan data, pemrosesan, dan pengaturan antarmuka pengguna, yang semuanya berkontribusi pada kinerja aplikasi secara keseluruhan.

Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian aplikasi mobile untuk Digital Cockpit yang dilakukan dengan menggunakan metode black box. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap fitur dalam aplikasi berfungsi sesuai dengan yang diharapkan dan memberikan pengalaman pengguna yang optimal.

Tabel 1. Pengujian black box

No.	Kelas uji	Bulir Uji	Keterangan
1	Halaman utama	Menampilkan greetings	Berhasil
		Menampilkan nama pengguna	Berhasil
		Menampilkan foto profile	Berhasil
		Menampilkan simulasi detak jantung	Berhasil
		Menampilkan hearbeat	Berhasil
		Menampilkan status heart beat	Berhasil
		Menampilkan blood pressure	Berhasil
		Menampilkan body temperature	Berhasil
2	Halaman rekap harian	Menampilkan body weight	Berhasil
		Menampilkan hari tanggal	Berhasil
		Fitur navigasi	Berhasil
		Menampilkan rata rata blood pressure	Berhasil
3	Halaman rekap mingguan	Menampilkan rekap rata rata heart beat	Berhasil
		Menampilkan hari tanggal	Berhasil
		Fitur navigasi	Berhasil
		Menampilkan rata rata blood pressure	Berhasil
4	Halaman rekap bulanan	Menampilkan rekap rata rata heart beat	Berhasil
		Menampilkan hari tanggal	Berhasil
		Fitur navigasi	Berhasil
		Menampilkan rata rata blood pressure	Berhasil
5	Halaman sleep tracker	Menampilkan rekap rata rata heart beat	Berhasil
		Menampilkan rekap rata rata durasi tidur	Berhasil
		Menampilkan heart rate ketika tidur	Berhasil
		Menampilkan sleep score	Berhasil
		Menampilkan fitur alarm	Berhasil

Hasil pengujian menunjukkan bahwa semua fitur yang diuji dalam aplikasi berfungsi dengan baik dan berhasil menampilkan informasi yang diharapkan. Setiap halaman, mulai dari halaman utama hingga halaman sleep tracker, telah diuji untuk memastikan bahwa data yang ditampilkan akurat dan relevan.

Metode black box yang digunakan dalam pengujian ini memungkinkan penilai untuk fokus pada output dari aplikasi tanpa mempertimbangkan bagaimana proses internalnya bekerja. Dengan demikian, pengujian ini memberikan gambaran yang jelas tentang pengalaman pengguna dan efektivitas aplikasi dalam menyajikan data kesehatan secara real-time. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa aplikasi telah siap untuk digunakan dan dapat memberikan manfaat yang signifikan bagi pengguna dalam memantau kesehatan mereka.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengembangkan aplikasi mobile native untuk Digital Cockpit pada Sistem Human Digital Twin dengan menampilkan data kesehatan pengguna, seperti detak jantung, tekanan darah, suhu tubuh, dan berat badan, rata rata tekanan darah, rekap tekanan darah, durasi tidur, dan nilai kualitas tidur secara real-time. Hasil pengujian aplikasi menunjukkan bahwa setiap unit kode program telah berfungsi dengan baik sesuai spesifikasi yang telah ditetapkan, memastikan bahwa implementasi teknis berjalan sesuai rencana. Proses pengujian menggunakan metode *black box* berhasil mengevaluasi seluruh fitur aplikasi dari perspektif fungsionalitas tanpa mempertimbangkan struktur internal kode. Hasil pengujian ini mengonfirmasi bahwa semua fitur yang dikembangkan mampu bekerja secara optimal untuk memenuhi kebutuhan pengguna, sehingga aplikasi dinilai siap digunakan sesuai dengan tujuan yang dirancang. Selain itu, aplikasi ini diharapkan dapat berkontribusi dalam mendukung manajemen kesehatan pribadi dengan menyediakan informasi kesehatan secara real-time yang dapat membantu pengguna dalam pengambilan keputusan yang lebih baik terkait kondisi tubuh mereka. Untuk penelitian selanjutnya, pengembangan aplikasi dapat difokuskan pada integrasi dengan perangkat wearable atau sensor tambahan untuk meningkatkan cakupan data kesehatan yang dapat dipantau, serta penambahan fitur prediksi berbasis kecerdasan buatan untuk memberikan rekomendasi kesehatan yang lebih komprehensif.

REFERENSI

- [1] Muhammad Hasyim, "Tantangan dan Peluang Pendidikan Kesehatan di Era Digital: Membangun Kesadaran Kesehatan Online," *Oshada*, vol. 1, no. 2, pp. 16–24, 2024, doi: 10.62872/4kd2xy97.
- [2] S. Kusumadewi, R. Kurniawan, E. Marfianti, and A. Khodzim, "Edukasi Masyarakat Tentang Pemanfaatan Aplikasi Kesehatan Online Melalui Partisipasi Pengembangan Sistem Informasi," *JPPM (Jurnal Pengabd. dan Pemberdaya. Masyarakat)*, vol. 4, no. 2, p. 337, 2021, doi: 10.30595/jppm.v4i2.8597.
- [3] K. Zhang *et al.*, "Review Concepts and applications of digital twins in healthcare and medicine The bigger picture," p. 2024, 2024.
- [4] F. Tao, M. Zhang, and A. Y. C. Nee, "Five-Dimension Digital Twin Modeling and Its Key Technologies," in *Digital Twin Driven Smart Manufacturing*, Elsevier, 2019, pp. 63–81. doi: 10.1016/B978-0-12-817630-6.00003-5.
- [5] Z. Zhou, F. Oveissi, and T. Langrish, "Applications of augmented reality (AR) in chemical engineering education: Virtual laboratory work demonstration to digital twin development," *Comput. Chem. Eng.*, vol. 188, no. April, 2024, doi: 10.1016/j.compchemeng.2024.108784.
- [6] D. Bano, J. Michael, B. Rumpe, S. Varga, and M. Weske, "Process-aware digital twin cockpit synthesis from event logs," *J. Comput. Lang.*, vol. 70, p. 101121, Jun. 2022, doi: 10.1016/j.cola.2022.101121.
- [7] Y. Wang, H. Wang, W. Wang, S. Song, and X. Fu, "ScienceDirect Architecture , application , and prospect of digital twin for highway infrastructure," *J. Traffic Transp. Eng. (English Ed.)*, no. September, pp. 1–18, 2024, doi: 10.1016/j.jtte.2024.03.003.
- [8] I. A. Wong, Q. L. Lian, and D. Sun, "Autonomous travel decision-making: An early glimpse into ChatGPT and generative AI," *J. Hosp. Tour. Manag.*, vol. 56, pp. 253–263, Sep. 2023, doi: 10.1016/j.jhtm.2023.06.022.
- [9] A. Zeb, J. Linnosmaa, M. Seppi, and O. Saarela, "Developing deep learning surrogate models for digital twins in mineral processing – A case study on data-driven multivariate multistep forecasting," *Miner. Eng.*, vol. 216, p. 108867, Sep. 2024, doi: 10.1016/j.mineng.2024.108867.
- [10] M. Singh, E. Fuenmayor, E. Hinchy, Y. Qiao, N. Murray, and D. Devine, "Digital Twin: Origin to Future," *Appl. Syst. Innov.*, vol. 4, no. 2, p. 36, May 2021, doi: 10.3390/asi4020036.
- [11] J. Wan *et al.*, "Wearable IoT enabled real-time health monitoring system," *Eurasip J. Wirel. Commun. Netw.*, vol. 2018, no. 1, 2018, doi: 10.1186/s13638-018-1308-x.
- [12] M. Cirelli, A. Cellupica, P. Canonico, and P. P. Valentini, "Impulse dynamics and augmented reality for real-time interactive digital twin exploration and interrogation," *Int. J. Interact. Des. Manuf.*, vol. 18, no. 2, pp. 929–941, Mar. 2024, doi: 10.1007/s12008-023-01704-y.
- [13] X. Sun, S. Wu, S. Zhang, and H. Wang, "Mixed Reality-Based Platform for Smart Cockpit Design and User Study for Self-driving Vehicles," 2019, pp. 448–459. doi: 10.1007/978-3-030-11051-2_68.
- [14] Y. Ye, Z. Song, and J. Zhao, "High-fidelity 3D real-time facial animation using infrared structured light sensing system," *Comput. Graph.*, vol. 104, pp. 46–58, May 2022, doi: 10.1016/j.cag.2022.03.007.
- [15] J. Liu *et al.*, "Digital twins enable shipbuilding," *Alexandria Eng. J.*, vol. 107, no. September, pp. 915–931, 2024, doi: 10.1016/j.aej.2024.09.007.
- [16] A. D. NINGRUM, "Penerapan Metode Dynamic Simulation Pada Filmanimasi3d Tempat Wisata Pulau Derawan," 2023.
- [17] I. Larasati, A. N. Yusril, and P. Al Zukri, "Systematic Literature Review Analisis Metode Agile Dalam Pengembangan Aplikasi Mobile," *Sistemasi*, vol. 10, no. 2, p. 369, 2021, doi: 10.32520/stmsi.v10i2.1237.
- [18] R. P. O'Hara *et al.*, "Cardiac MRI Oversampling in Heart Digital Twins Improves Preprocedure Ventricular Tachycardia Identification in Postinfarction Patients," *JACC Clin. Electrophysiol.*, vol. 10, no. 9, pp. 2035–2048,

- 2024, doi: 10.1016/j.jacep.2024.04.032.
- [19] F. M. Rifani, W. N. Dewi, and A. Sevtiana, "Sistem Aplikasi Website Surat Masuk Dan Keluar (Studi Kasus Dikelurahan Panjunan)," *J. Digit*, vol. 9, no. 1, p. 26, Feb. 2020, doi: 10.51920/jd.v9i1.131.
- [20] W. Jobe, "Native Apps Vs. Mobile Web Apps," *Int. J. Interact. Mob. Technol.*, vol. 7, no. 4, p. 27, Oct. 2013, doi: 10.3991/ijim.v7i4.3226.
- [21] C. A. Wagiu and Y. Palopak, "Perancangan Hybrid Mobile Application Penghubung Orang tua dan Guru pada Sekolah Taman Kanak-Kanak," *TelKa*, vol. 9, no. 01, pp. 79–86, Apr. 2019, doi: 10.36342/teika.v9i01.792.
- [22] H. T. Ramdani, N. Ainun, and A. M. B, "Implementation of Progressive Web App on Dropship Data Management Application to Anticipate Product Order Errors," *J. Inf. Syst. Technol. Eng.*, vol. 13, no. 1, pp. 104–116, 2023.
- [23] C. Cremonini, J. Vasco, C. Capela, A. da Silva, and M. Gaspar, "Design and implementation of a digital twin for a stone-cutting machine: a case study," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 232, pp. 990–1000, 2024, doi: 10.1016/j.procs.2024.01.098.
- [24] R. Girau *et al.*, "Definition and implementation of the Cloud Infrastructure for the integration of the Human Digital Twin in the Social Internet of Things," *Comput. Networks*, vol. 251, no. 0001382, p. 110632, 2024, doi: 10.1016/j.comnet.2024.110632.
- [25] M. S. Dihan *et al.*, "Digital twin: Data exploration, architecture, implementation and future," *Heliyon*, vol. 10, no. 5, p. e26503, 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e26503.
- [26] L. De Bortoli, S. Marsi, F. Marinello, and P. Gallina, "Cost-efficient algorithm for autonomous cultivators: Implementing template matching with field digital twins for precision agriculture," *Comput. Electron. Agric.*, vol. 227, no. P1, p. 109509, 2024, doi: 10.1016/j.compag.2024.109509.
- [27] B. Yannou, G. Bouillass, M. Saidani, and M. Jankovic, "The Circular Digital Cockpit: Towards an actionable framework for life cycle circularity assessment and decision," *Procedia CIRP*, vol. 122, pp. 467–472, 2024, doi: 10.1016/j.procir.2024.01.068.