

Internet of Everything (IoE)

Pertemuan 12 : Smart Health

Alauddin Maulana Hirzan

Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi
Universitas Semarang

Outline

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart Health

Telemedicine

Wearable
Devices pada
e-Health

*Remote
Patient
Monitoring*

Tantangan
Smart Health

Lastly

- 1 Smart Health
- 2 Telemedicine
- 3 Wearable Devices pada e-Health
- 4 *Remote Patient Monitoring*
- 5 Tantangan *Smart Health*
- 6 Lastly

Konsep *Smart Health*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart Health

Telemedicine

Wearable
Devices pada
e-Health

Remote
Patient
Monitoring

Tantangan
Smart Health

Lastly

Konsep

e-Health berbasis Internet of Everything (IoE) merupakan pendekatan layanan kesehatan digital yang mengintegrasikan perangkat medis, sensor, aplikasi kesehatan, tenaga medis, serta infrastruktur komunikasi untuk menyediakan layanan kesehatan yang lebih responsif, real-time, dan terhubung. Integrasi ini memungkinkan penyedia layanan kesehatan mengakses data pasien secara kontinu dan melakukan tindakan klinis secara lebih tepat dan cepat.

Ilustrasi *Smart Health*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart Health

Telemedicine

Wearable
Devices pada
e-Health

Remote
Patient
Monitoring

Tantangan
Smart Health

Lastly



Fungsi *Smart Health*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart Health

Telemedicine

Wearable
Devices pada
e-Health

Remote
Patient
Monitoring

Tantangan
Smart Health

Lastly

Fungsi

- ➊ Diagnosis jarak jauh
- ➋ Monitoring pasien terus-menerus
- ➌ Analisis kondisi real-time
- ➍ Manajemen rekam medis terpadu
- ➎ Pengambilan keputusan klinis otomatis

Entitas *Smart Health*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart Health

Telemedicine

Wearable
Devices pada
e-Health

Remote
Patient
Monitoring

Tantangan
Smart Health

Lastly

Entitas yang Terhubung dalam IoE Healthcare

- 1 Wearable health sensors (detak jantung, SpO, tekanan darah, aktivitas)
- 2 Perangkat medis rumahan (glucometer, tensimeter digital, smart spirometer)
- 3 Sistem informasi rumah sakit (EHR/EMR)
- 4 Aplikasi telemedicine dan mobile health (m-Health)
- 5 Cloud healthcare platform untuk analitik dan penyimpanan
- 6 Dokter, pasien, dan keluarga pasien sebagai bagian dari ekosistem layanan

Layanan *Smart Health*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart Health

Telemedicine

Wearable
Devices pada
e-Health

Remote
Patient
Monitoring

Tantangan
Smart Health

Lastly

Layanan dalam *Smart Health* berupa

① *Continuity of Care*

- Perawatan berkesinambungan dari rumah hingga fasilitas kesehatan melalui akses data pasien secara real-time.

② Akses layanan tanpa batasan geografis

- Dukungan konsultasi medis, evaluasi, dan monitoring pada daerah terpencil atau dengan akses terbatas.

③ Pengawasan kesehatan 24/7

- Sistem pemantauan otomatis berbasis sensor yang mendeteksi perubahan kondisi klinis setiap saat.

Konsep Telemedicine

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart Health

Telemedicine

Wearable
Devices pada
e-Health

Remote
Patient
Monitoring

Tantangan
Smart Health

Lastly

Konsep

Telemedicine merupakan layanan klinis jarak jauh yang memanfaatkan konektivitas IoE untuk menyediakan diagnosis, konsultasi, dan pemantauan berbasis data waktu nyata. Pendekatan ini meningkatkan efisiensi perawatan dan memungkinkan interaksi berkelanjutan antara tenaga medis dan pasien.

Ilustrasi *Telemedicine*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart Health

Telemedicine

Wearable
Devices pada
e-Health

Remote
Patient
Monitoring

Tantangan
Smart Health

Lastly



Komponen Utama *Telemedicine*

Komponen Utama Telemedicine Berbasis IoE

- ❶ Video consultation berbasis cloud
 - Platform komunikasi medis dengan keamanan tinggi untuk konsultasi dokter–pasien secara daring.
- ❷ Integrasi wearable data real-time
 - Data tanda vital yang dikirim langsung dari perangkat wearable ke sistem telemedicine untuk penilaian kondisi terbaru.
- ❸ Pengiriman data vital sign otomatis
 - Sensor medis mengirimkan data seperti detak jantung, SpO2, glukosa, atau tekanan darah ke server tanpa intervensi manual.
- ❹ Preskripsi elektronik (e-Prescription)
 - Sistem resep digital yang terintegrasi dengan apotek dan rekam medis pasien.
- ❺ Decision Support System berbasis AI
 - Algoritma klinis yang memberikan rekomendasi berbasis data untuk mempercepat diagnosis dan mendukung keputusan medis.

Cara Kerja *Telemedicine*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart Health
Telemedicine

Wearable
Devices pada
e-Health

Remote
Patient
Monitoring

Tantangan
Smart Health

Lastly

1. Pasien menggunakan wearable sensor

Wearable health devices (misalnya heart-rate monitor, SpO2 sensor, smart blood pressure band) melakukan pengukuran kontinu terhadap parameter fisiologis pasien.

2. Data dikirim ke smartphone gateway

Wearable mengirimkan data melalui Bluetooth Low Energy (BLE) atau protocol low-power lainnya ke smartphone yang berfungsi sebagai edge gateway.

3. Data diteruskan ke cloud health platform

Smartphone melakukan pra-pemrosesan ringan (filtering, anomaly detection sederhana), kemudian mengirimkan data ke cloud healthcare platform melalui koneksi seluler atau Wi-Fi.

Cara Kerja *Telemedicine*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart Health

Telemedicine

Wearable
Devices pada
e-Health

Remote
Patient
Monitoring

Tantangan
Smart Health

Lastly

4. Dokter mengakses dashboard real-time

Sistem menampilkan data vital pasien secara real-time melalui dashboard berbasis web. Dokter dapat memantau tren, grafik historis, dan peringatan otomatis dari sistem analitik.

5. Konsultasi video dilakukan

Telemedicine session dilakukan melalui kanal video terenkripsi. Data real-time dapat ditampilkan bersamaan untuk memudahkan pengambilan keputusan klinis.

6. Dokter memberikan rekomendasi/preskripsi

Rekomendasi terapi atau preskripsi elektronik dikeluarkan melalui sistem dan langsung tersedia bagi pasien serta apotek yang terhubung.

Cara Kerja *Telemedicine*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart Health

Telemedicine

Wearable
Devices pada
e-Health

Remote
Patient
Monitoring

Tantangan
Smart Health

Lastly

7. Rekam medis diperbarui otomatis

Semua interaksi, data vital, preskripsi, dan hasil konsultasi otomatis tercatat pada Electronic Health Record (EHR/EMR) untuk menjaga continuity of care dan audit trail.

Jenis Wearable Devices

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart Health

Telemedicine

Wearable
Devices pada
e-Health

Remote
Patient
Monitoring

Tantangan
Smart Health

Lastly

- 1 **Smartwatch** : Mengukur parameter fisiologis seperti heart rate, SpO2, ECG, aktivitas harian, dan pola tidur. Smartwatch berfungsi sebagai sensor multimodal yang mendukung pemantauan kontinu.
- 2 **Smart Patches** : Patch berbasis elektronik yang ditempel pada kulit untuk memantau temperature, hidrasi, laju keringat, biomarker kimia, atau parameter metabolik lain melalui sensor mikrofluidik.
- 3 **Implantable Sensors** : Sensor medis yang ditanam di dalam tubuh untuk pemantauan berkelanjutan seperti continuous glucose monitoring, pacemaker telemetry, atau implan kardiovaskular yang mengirimkan data ke klinisi.
- 4 **Motion Sensors** : Perangkat akselerometer dan giroskop untuk kebutuhan rehabilitasi, pelacakan aktivitas fisik, dan fall detection pada pasien lansia atau pasien pasca-operasi.

Manfaat Wearable pada e-Health

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart Health

Telemedicine

Wearable
Devices pada
e-Health

Remote
Patient
Monitoring

Tantangan
Smart Health

Lastly

Manfaat

- 1 Mendukung monitoring non-invasif tanpa perlu intervensi medis langsung.
- 2 Menghasilkan data longitudinal jangka panjang untuk analisis klinis berbasis data.
- 3 Memungkinkan deteksi dini perubahan kondisi kesehatan melalui sensor kontinu dan algoritma prediktif.

Contoh Wearable

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart Health

Telemedicine

Wearable
Devices pada
e-Health

Remote
Patient
Monitoring

Tantangan
Smart Health

Lastly

- 1 **ECG Patch IoT** : Patch ECG yang mampu memantau aktivitas listrik jantung secara real-time dan mengirimkan data ke platform cloud untuk deteksi aritmia menggunakan algoritma analitik.
- 2 **Continuous Glucose Monitoring (CGM)** : Sensor CGM mengukur kadar glukosa interstitial secara kontinu dan mengirimkan data ke cloud atau aplikasi smartphone untuk pemantauan diabetes yang lebih presisi.
- 3 **Smart Fall Detector** : Perangkat wearable dengan akselerometer dan giroskop yang menganalisis pola gerak untuk mendeteksi jatuh secara otomatis dan memberikan peringatan darurat.
- 4 **Smart Inhaler** : Inhaler yang dilengkapi sensor untuk merekam frekuensi dan kualitas penggunaan obat, membantu manajemen penyakit asma dan menyediakan data untuk evaluasi klinis.

Smart Inhaler

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart Health

Telemedicine

Wearable
Devices pada
e-Health

Remote
Patient
Monitoring

Tantangan
Smart Health

Lastly



Continuous Glucose Monitor

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart Health

Telemedicine

Wearable
Devices pada
e-Health

Remote
Patient
Monitoring

Tantangan
Smart Health

Lastly



Konsep *Remote Patient Monitoring*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart Health

Telemedicine

Wearable
Devices pada
e-Health

*Remote
Patient
Monitoring*

Tantangan
Smart Health

Lastly

Konsep

Remote Patient Monitoring (RPM) memanfaatkan sensor berbasis IoE untuk melakukan pengawasan pasien secara berkelanjutan tanpa kehadiran fisik di fasilitas kesehatan. Sistem ini menyediakan pemantauan medis real-time dan analisis otomatis guna mendukung keputusan klinis yang cepat dan akurat.

Fungsi *Remote Patient Monitoring*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart Health

Telemedicine

Wearable
Devices pada
e-Health

*Remote
Patient
Monitoring*

Tantangan
Smart Health

Lastly

Fungsi

- Mengukur parameter vital seperti heart rate, SpO2, blood pressure, dan temperature secara kontinu.
- Memprediksi risiko klinis menggunakan model analitik dan AI untuk deteksi dini kondisi kritis.
- Menghasilkan peringatan otomatis kepada tenaga medis atau keluarga ketika terjadi anomali parameter kesehatan.
- Mengurangi frekuensi kunjungan rumah sakit dan menurunkan beban fasilitas kesehatan.

Arsitektur Monitoring

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart Health

Telemedicine

Wearable
Devices pada
e-Health

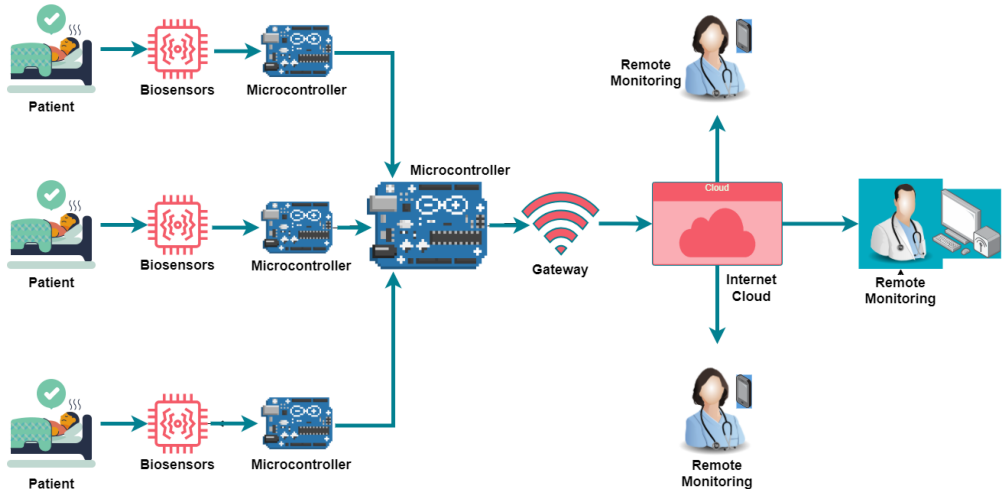
Remote
Patient
Monitoring

Tantangan
Smart Health

Lastly

- ➊ **Sensing Layer** : Wearable sensor dan perangkat medis melakukan pengukuran parameter vital secara kontinu.
- ➋ **Network Layer** : Menggunakan BLE, Wi-Fi, serta konektivitas seluler 4G/5G untuk transmisi data dari sensor ke sistem backend.
- ➌ **Edge Layer** : Menjalankan preprocessing seperti noise filtering, artifact removal, dan deteksi anomali awal untuk mengurangi beban komputasi di cloud.
- ➍ **Cloud Layer** : Mengelola penyimpanan data besar, analitik berbasis AI, integrasi dengan sistem EHR/EMR, serta modul analisis longitudinal.
- ➎ **Application Layer** : Menyediakan dashboard klinisi, mekanisme peringatan, visualisasi data, dan rekomendasi pengambilan keputusan.

Ilustrasi Remote Monitoring



Implementasi RPM

Contoh Implementasi

- 1 **Diabetes** : Continuous Glucose Monitoring (CGM) digunakan untuk pemantauan glukosa real-time, yang dapat dipadukan dengan algoritma insulin adjustment otomatis.
- 2 **Cardiovascular Disease** : Pemantauan ECG digunakan untuk mendeteksi aritmia, gangguan irama, atau tanda-tanda peringatan dini terhadap gagal jantung.
- 3 **Respiratory Disease** : Sensor SpO2 digunakan untuk memantau saturasi oksigen serta mendeteksi hipoksia secara dini.
- 4 **Elderly Care** : Sistem fall detection dan activity monitoring membantu pengawasan lansia untuk mengurangi risiko kecelakaan dan mendukung perawatan mandiri.

Ilustrasi Cardio Monitoring

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart Health

Telemedicine

Wearable
Devices pada
e-Health

*Remote
Patient
Monitoring*

Tantangan
Smart Health

Lastly



Tantangan *Smart Health*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart Health

Telemedicine

Wearable
Devices pada
e-Health

Remote
Patient
Monitoring

Tantangan
Smart Health

Lastly

Tantangan Utama

- Data medis memiliki sifat sangat sensitif dan memerlukan mekanisme perlindungan yang ketat sepanjang siklus hidup data.
- Wearable IoE rentan terhadap eksploitasi perangkat keras maupun perangkat lunak yang dapat menyebabkan manipulasi data kesehatan.
- Ancaman Man-in-the-Middle (MITM), spoofing, dan data injection berpotensi mengubah parameter vital pasien secara ilegal.
- Penyimpanan cloud menghadapi risiko kebocoran akibat konfigurasi yang salah, serangan ransomware, atau kelemahan enkripsi.
- Kepatuhan pada regulasi kesehatan nasional seperti aturan perlindungan data pribadi menjadi bagian integral dari pengelolaan sistem kesehatan digital.

Ancaman Keamanan

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart Health

Telemedicine

Wearable
Devices pada
e-Health

Remote
Patient
Monitoring

Tantangan
Smart Health

Lastly

Ancaman

- 1 **Serangan pada Sensor** : Manipulasi data ECG/SpO2 yang mengakibatkan parameter vital tidak akurat.
- 2 **Serangan pada Komunikasi** : Penyadapan data vital melalui intercept atau Man-in-the-Middle.
- 3 **Serangan pada Cloud Healthcare** : Ransomware yang menargetkan sistem EHR/EMR.
- 4 **Serangan pada Aplikasi** : Credential theft pada aplikasi telemedicine yang memungkinkan penyalahgunaan akun dan akses ilegal terhadap data pasien.

Privasi Data Medis

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart Health

Telemedicine

Wearable
Devices pada
e-Health

Remote
Patient
Monitoring

Tantangan
Smart Health

Lastly

Risiko Privasi

- Profiling pasien oleh pihak ketiga berdasarkan riwayat kesehatan dan pola hidup.
- Penyalahgunaan data genom untuk tujuan non-medis.
- Pelacakan lokasi pasien melalui perangkat wearables atau aplikasi kesehatan.
- Penyimpangan penggunaan data untuk kebutuhan periklanan atau komersial non-eksplisit.

Contoh Regulasi yang Relevan

- GDPR (EU) – mengatur perlindungan dan pengolahan data individu secara komprehensif.
- HIPAA (USA) – menetapkan standar perlindungan informasi kesehatan dan keamanan elektronik.

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart Health

Telemedicine

Wearable
Devices pada
e-Health

*Remote
Patient
Monitoring*

Tantangan
Smart Health

Lastly

Terima Kasih