

THE SMART

Temperature and Humidity Evaluation
Systematic Monitoring and Real Time

Persi Award 2024 Kategori 8

Innovation in Healthcare IT

Penulis:

Muhamad Damanhuri

Tina Rakhmitania

Adrian M Perdana



DAFTAR ISI

Daftar Isi	1
Ringkasan.....	2
Latar Belakang	2
Tujuan.....	3
Langkah-Langkah	
1. Analisis Kebutuhan dan Perencanaan	4
2. Pemilihan Teknologi.....	4
3. Desain Topologi	5
4. Desain Sistem	6
5. Instalasi Perangkat dan Konfigurasi Sistem	7
6. Pengujian Sistem	9
7. Implementasi, Dashboard dan Pemantauan	10
8. Sosialisasi dan Pelatihan Tenaga Medis	11
9. Evaluasi dan Optimasi	11
Hasil	
1. Peningkatan Akurasi dan Efisiensi Pemantauan.....	12
2. Pencegahan Infeksi dan Komplikasi Pasien.....	12
3. Fungsi Early Warning System (EWS).....	13
4. Efisiensi Operasional dan Pengelolaan Data	13
5. Dukungan terhadap Pemenuhan Standar Akreditasi Rumah Sakit	13
Daftar Gambar.....	15
Lembar Pengesahan	16

THE SMART

“Temperature and Humidity Evaluation: Systematic Monitoring and Real-time Accuracy, Presisi for Quality and Patient Safety”

Kategori 8: *Innovation in Healthcare IT*

Muhamad Damanhuri, Tina Rakhmitania, Adrian M Perdana ; RS UMMI

RINGKASAN

Implementasi **THE SMART** di RS UMMI Bogor merupakan sistem monitoring berbasis IoT yang dirancang untuk meningkatkan mutu dan keselamatan pasien. Dengan memanfaatkan teknologi, THE SMART memungkinkan pemantauan suhu dan kelembaban secara *real-time* diberbagai area kritis, seperti ICU, OK, Farmasi, Bank Darah dan Laboratorium. Sistem ini menggantikan pemantauan manual yang inkonsisten, THE SMART menyediakan data akurat melalui dashboard terintegrasi yang terkoneksi dengan SIMRS, sehingga meningkatkan akurasi pemantauan, mencegah infeksi, menjamin kualitas lingkungan serta memiliki fungsi sebagai *Early Warning System (EWS)* yang dapat mendeteksi data anomali. Selain itu sistem ini juga mampu menyimpan data historis untuk analisis dan pemenuhan standar akreditasi RS.

Kata Kunci: *Pemantauan, Suhu, Kelembaban, IoT*

LATAR BELAKANG

Dalam era digitalisasi yang berkembang pesat, penerapan teknologi dalam sektor kesehatan menjadi kebutuhan mendesak untuk menjamin mutu layanan dan keselamatan pasien. Salah satu inovasi yang dikembangkan adalah sistem monitoring berbasis *Internet of Things (IoT)*. Di RS UMMI Bogor, sistem THE SMART telah diimplementasikan untuk menghadapi tantangan dalam menjaga stabilitas suhu dan kelembaban dilingkungan rumah sakit. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 7 Tahun 2019, suhu dan kelembaban ruangan merupakan standar baku mutu parameter fisik untuk udara rumah sakit yang mempengaruhi kenyamanan dan kesehatan. Penelitian menunjukkan bahwa kontrol suhu dan kelembaban yang baik berhubungan erat dengan penurunan tingkat infeksi nosokomial. Sebaliknya, ketidakstabilan kondisi lingkungan dapat meningkatkan risiko medis pada pasien.

Pemantauan suhu dan kelembaban yang akurat sangat penting untuk memastikan kondisi optimal dilingkungan pelayanan kesehatan. Sistem THE SMART yang terintegrasi dengan sistem informasi rumah sakit memberikan efisiensi lebih dalam pengelolaan data lingkungan. Sebelum adanya sistem ini, pemantauan dilakukan secara manual, dengan hasil yang sering kali tidak konsisten dan sulit dipantau secara terus menerus. Kondisi ini meningkatkan risiko infeksi nosokomial, menurunkan kualitas obat-obatan, dan berpotensi menyebabkan komplikasi pascaoperasi.

Melalui optimalisasi sistem informasi rumah sakit dengan integrasi THE SMART, data dari sensor IoT yang memantau suhu dan kelembaban secara real-time akan otomatis tersimpan didalam sistem informasi manajemen rumah sakit (*Hospital Information System*). Hal ini memungkinkan akses data yang cepat, akurat, dan transparan bagi staf medis serta manajemen. Dashboard terpusat memudahkan tim rumah sakit mengambil tindakan preventif saat terdeteksi anomali lingkungan melalui *Early Warning System (EWS)*.

Optimalisasi ini membuka peluang analisis data historis yang dapat digunakan dalam pengambilan keputusan berbasis data untuk manajemen fasilitas dan perencanaan jangka panjang. Dengan integrasi ini, RS UMMI Bogor dapat menjaga stabilitas kondisi lingkungan, meningkatkan efisiensi operasional, mempercepat respons, dan menurunkan risiko medis, serta arsip data suhu dan kelembaban tersimpan rapi, menjadi support dalam pemenuhan syarat standard akreditasi rumah sakit.

TUJUAN

Tujuan Umum

Penerapan sistem THE SMART di RS UMMI Bogor adalah untuk meningkatkan mutu pelayanan kesehatan dan keselamatan pasien melalui implementasi sistem monitoring berbasis IoT, yang memungkinkan pemantauan suhu dan kelembaban secara real-time di lingkungan rumah sakit yang kritis.

Tujuan Khusus

- a. Mengganti sistem pemantauan manual dengan sensor IoT yang menyediakan data akurat dan real-time, ditampilkan melalui dashboard terintegrasi serta terkoneksi dengan SIMRS.
- b. Mencegah infeksi nosokomial dan komplikasi pascaoperasi dengan deteksi dini (*Early Warning System (EWS)*) terhadap perubahan suhu dan kelembaban yang berpotensi membahayakan pasien.
- c. Memastikan kualitas penyimpanan obat tetap optimal melalui pemantauan lingkungan yang konsisten.
- d. Menyediakan data historis untuk analisis lebih lanjut, guna meningkatkan perencanaan dan pengambilan keputusan.

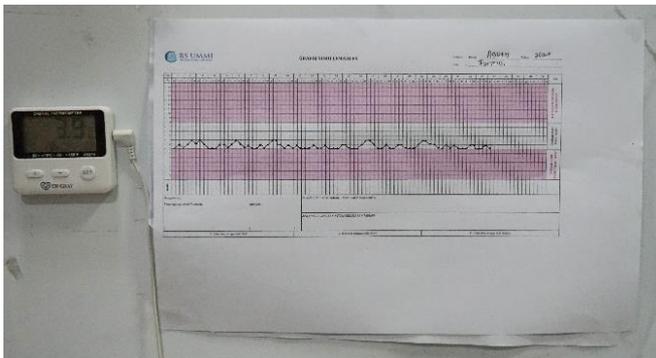
- e. Meningkatkan Efisiensi Operasional, dengan cara mengurangi ketergantungan pada pemantauan suhu manual dengan mengotomatiskan proses pengawasan, serta meminimalkan risiko *human error*.
- f. Laporan pemantauan menjadi support dalam pemenuhan syarat standard akreditasi rumah sakit.

LANGKAH-LANGKAH

Implementasi sistem THE SMART di RS UMMI Bogor melibatkan berbagai langkah strategis yang menggabungkan konsep manajemen project dan teknologi, yaitu :

1. Analisis Kebutuhan dan Perencanaan

Langkah awal adalah mengidentifikasi area-area yang memerlukan pemantauan suhu ketat. Setiap area tersebut memiliki kebutuhan khusus. Evaluasi metode pemantauan suhu dilakukan untuk mengidentifikasi kekurangan, seperti pencatatan dilakukan oleh tenaga medis secara manual, adanya ketidakakuratan dan keterlambatan respon, selain itu saat ini alat pengukur suhu dikulkas farmasi yang memiliki fungsi alert hanya 1 (satu) dan bersifat disposable yaitu freeze tag dengan biaya sekitar Rp. 500.000,-/alat. Dengan kondisi tersebut, sehingga membutuhkan system yang dapat memberikan solusi lebih efektif dan efisien.



Gambar. 1

Lembar pemantauan suhu manual



Gambar. 2

Alat pengukuran suhu kulkas farmasi

2. Pemilihan Teknologi

Pemilihan perangkat IoT yang tepat sangat penting. Sensor suhu harus dipilih sesuai dengan kebutuhan masing-masing area, *Gateway IoT* yang dipilih harus mampu mengumpulkan data dari berbagai sensor dan mengirimkannya ke server pusat, dapat menyimpan, mengolah, dan menyajikan data suhu secara *real-time*. Dalam proses ini, pemilihan

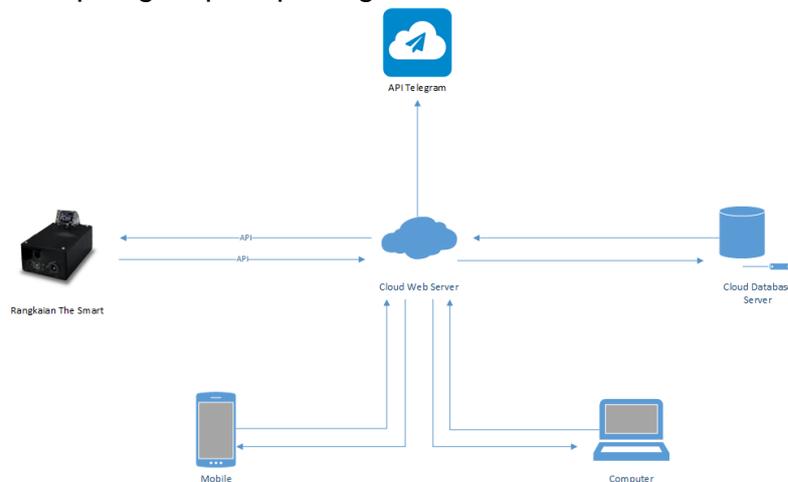
teknologi juga sangat penting untuk memastikan dukungan berkelanjutan dan garansi perangkat yang memadai.



Gambar.3
Komponen Rangkaian THE SMART

3. Desain Topologi

Penentuan bagaimana data dari rangkaian elektronik yang telah dibuat bisa dikelola, disimpan dan ditampilkan sesuai kebutuhan. Pada tahapan ini, dibuat desain topologi seperti pada gambar berikut:



Gambar. 4
Desain Topologi THE SMART

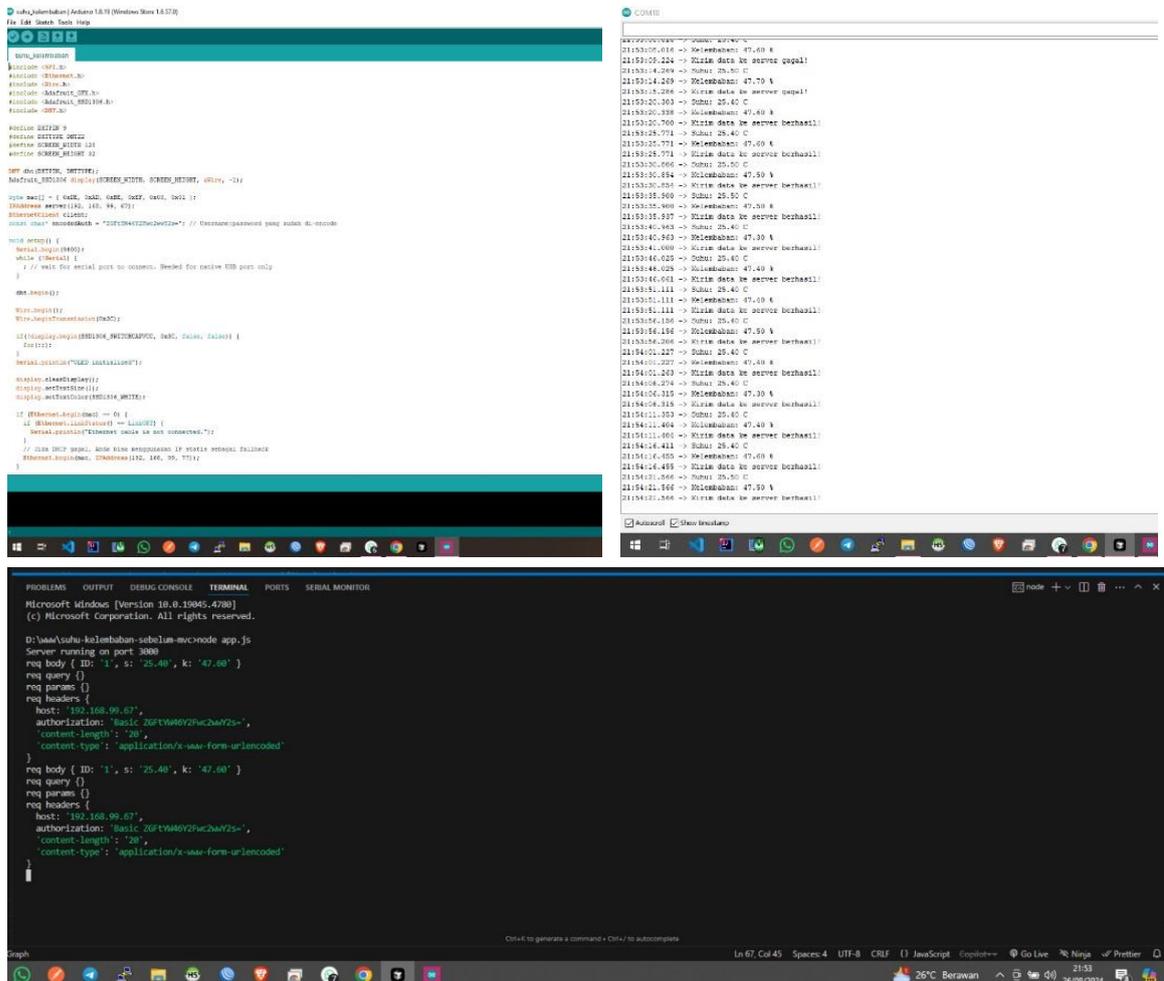
Pada topologi diatas, ada beberapa proses diantaranya

- Data suhu dan kelembaban yang telah ditangkap oleh sensor DHT22 akan diproses oleh microcontroller dan di transfer ke Web Server via API melalui Ethernet shield.
- Kemudian web server akan menyimpannya di Database Server.
- Data yang telah tersimpan di Database server juga akan dimanfaatkan kembali untuk report dan tampilan pada web server.

- Web server juga akan mengirimkan data ke telegram API jika ada anomali sebagai notifikasi ke user.
- User bisa memonitoring suhu dan kelembaban dari berbagai titik via browser pada perangkat computer atau mobile.

4. Desain Sistem

Penentuan lokasi pemasangan sensor adalah langkah penting untuk memastikan suhu terpantau dengan baik disetiap area kritis. Sensor di ruang bedah harus dipasang dekat area sterilisasi, sementara di ICU sensor ditempatkan dekat tempat tidur pasien. Untuk penyimpanan farmasi, bank darah dan laboratorium sensor dipasang didalam kulkas. Integrasi THE SMART juga dapat dihubungkan dengan SIMRS, serta Sistem notifikasi juga dirancang agar dapat mengirimkan peringatan Telegram sebagai bentuk peringatan dini atau *early warning system* (EWS).



Gambar.5
Proses desain sistem THE SMART (Coding-Debuging)



Gambar.6
Desain Rangkaian THE SMART

5. Instalasi Perangkat dan Konfigurasi Sistem

Tahapan ini melibatkan pemasangan sensor suhu dan kelembaban dilokasi yang telah ditentukan dan konfigurasi *gateway* IoT agar sensor dapat terhubung dan data dikirim ke server pusat. Sistem THE SMART dikonfigurasi dengan mengatur parameter untuk setiap area dan diatur untuk memberikan peringatan otomatis jika suhu dan kelembaban diluar batas yang ditetapkan. Setiap area memungkinkan untuk disetting range suhu dan kelembaban sesuai kebutuhan.



Gambar.7
Instalasi rangkaian di kulkas vaksin farmasi



Gambar. 8
Instalasi rangkaian di ruang ICU

Gambar. 9
Setting suhu dan kelembaban sesuai area

Tabel.1

Standar Baku Mutu Suhu, Kelembaban dan Tekanan Udara

Ruang/Unit	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Tekanan
Operasi	22-27	40-60	positif
Obeservasi bayi	27-30	40-60	seimbang
Perawatan	32-34	40-60	positif
Gawat darurat	20-24	40-60	positif

Sumber (Kemenkes RI, 2019)

Tabel. 2

SBMKL (Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan)

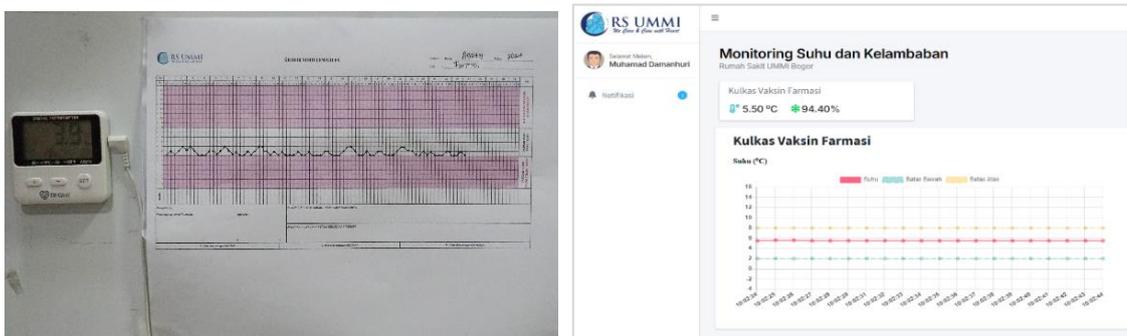
Suhu, Kelembaban dan Tekanan Udara Menurut Jenis Ruang di Fasilitas Pelayanan Kesehatan

No	Ruang/Unit	Suhu (oC)	Kelembaban (%)	Tekanan
1	Operasi	22-27	40-60	positif
2	Bersalin	24-26	40-60	positif
3	Pemulihan/perawatan	22-23	40-60	seimbang
4	Perawatan bayi baru lahir	24-26	40-60	seimbang
5	ICU	22-23	40-60	positif
6	Jenazah/Autopsi	21-24	40-60	negatif
7	Penginderaan medis	21-24	40-60	seimbang
8	Laboratorium	20-22	40-60	negatif
9	Radiologi	17-22	40-60	seimbang
10	Sterilisasi	21-30	40-60	negatif
11	Dapur	22-30	40-60	seimbang
12	Gawat darurat	20-24	40-60	positif
13	Administrasi	20-28	40-60	seimbang
14	Ruang luka bakar	24-26	40-60	positif

Sumber : Permenkes RI No.02 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan PP No.66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan

6. Pengujian Sistem

Sistem THE SMART diuji untuk memastikan sensor berfungsi dengan baik dan data suhu ditampilkan dengan akurat. Pengujian ini mencakup simulasi perubahan suhu untuk melihat respons sistem dan memastikan sistem memiliki backup data untuk menjaga integritas informasi. Pengujian hasil dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran system dengan dengan pengukuran suhu manual. Hasil uji coba yang dilakukan, diketahui nilai pengukuran suhu manual maupun system adalah sesuai.

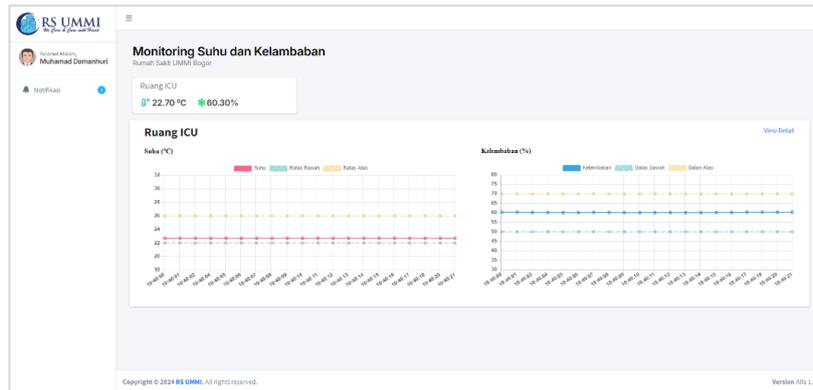


Gambar 10

Proses pengujian system (Pengukuran manual VS pengukuran system THE SMART)

7. Implementasi, Dashboard dan Pemantauan

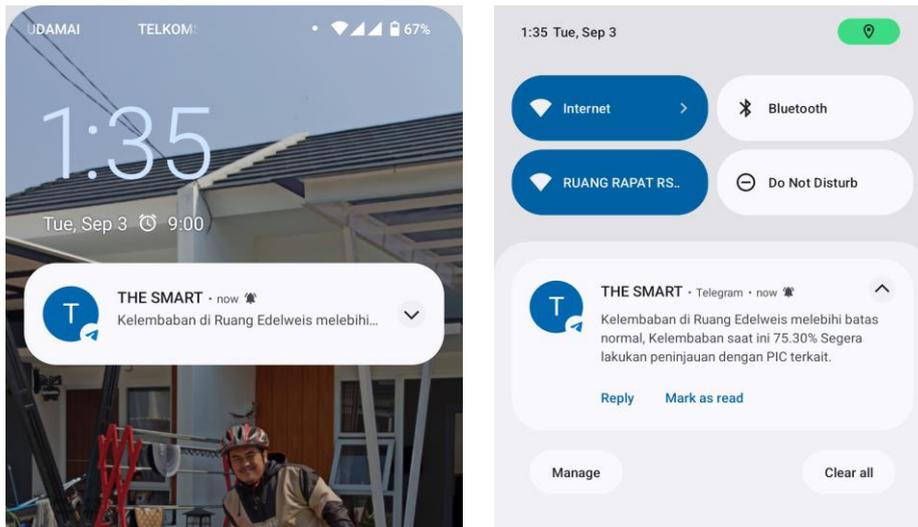
Implementasi THE SMART dimulai pada beberapa area kritis, umpan balik dari pengguna awal digunakan untuk mengidentifikasi dan memperbaiki masalah potensial. Kinerja sistem dipantau secara berkelanjutan, termasuk evaluasi akurasi pengukuran suhu, kecepatan respons notifikasi, dan integrasi data dengan SIMRS.



Gambar. 11
Dashboard monitoring suhu dan kelembaban di ICU



Gambar . 12
Dashboard monitoring suhu dan kelembaban di area kulkas farmasi



Gambar. 13

Notifikasi via telegram ke handphone PIC.

8. Sosialisasi dan Pelatihan Tenaga Medis

Tenaga medis dilatih dalam pemeliharaan dan pemecahan masalah teknis sistem THE SMART oleh Tim IT. Selain itu, tenaga medis dilatih untuk membaca data dari dashboard dan merespons peringatan suhu dan kelembaban

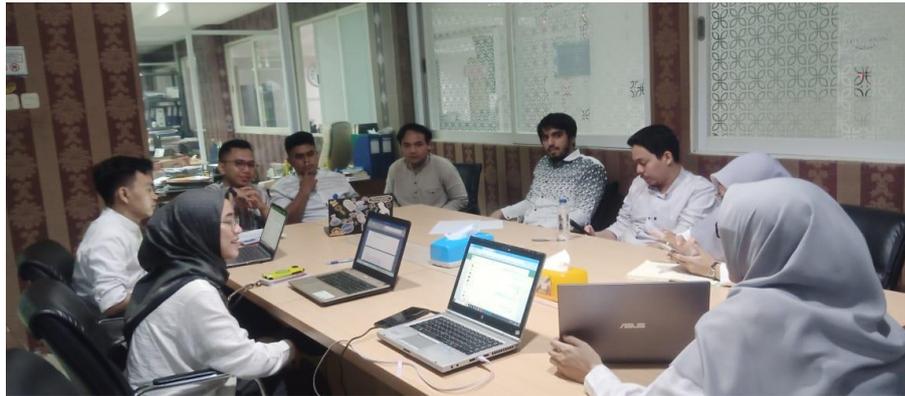


Gambar 14

Sosialisasi tenaga medis di unit ICU dan Farmasi

9. Evaluasi dan Optimasi

Setelah implementasi, hasil dievaluasi dengan membandingkan data sebelum dan sesudah penerapan THE SMART. Evaluasi ini mencakup analisis dampak sistem terhadap kualitas pelayanan dan keselamatan pasien serta efisiensi operasional serta perbaikan berkelanjutan dilakukan untuk mengoptimalkan system.



Gambar. 15
Rapat Evaluasi Implementasi Sistem THE SMART

HASIL

Implementasi sistem THE SMART di RS UMMI Bogor memberikan berbagai manfaat yang signifikan dalam meningkatkan mutu layanan dan keselamatan pasien. Berikut adalah hasil yang didapatkan dari penerapan sistem THE SMART, diantaranya :

1. Peningkatan Akurasi dan Efisiensi Pemantauan

Dengan adanya sistem THE SMART, pemantauan suhu dan kelembaban dilakukan secara real-time melalui penggunaan sensor IoT yang dipasang di berbagai titik kritis rumah sakit. Data yang dihasilkan oleh sensor ini ditampilkan dalam dashboard terpusat yang terintegrasi dengan Sistem Informasi Manajemen Rumah Sakit (SIMRS). Sistem ini secara otomatis mencatat setiap perubahan suhu dan kelembaban serta menyimpan data tersebut secara digital. Hal ini tidak hanya meningkatkan akurasi, tetapi juga mengurangi beban kerja tenaga medis, memungkinkan mereka fokus pada tugas-tugas klinis lain yang lebih penting.

2. Pencegahan Infeksi dan Komplikasi Pasien

Salah satu hasil utama dari implementasi THE SMART adalah pengurangan risiko infeksi nosokomial, yaitu infeksi yang diperoleh pasien selama perawatan di rumah sakit. Sistem THE SMART memastikan suhu dan kelembaban di area-area kritis ini tetap dalam rentang yang aman dan sesuai standar yang ditetapkan oleh regulasi, seperti yang tercantum dalam Peraturan Menteri Kesehatan No. 7 Tahun 2019. Dengan demikian, risiko infeksi dapat ditekan secara signifikan. Selain itu, stabilitas suhu juga menjaga kualitas obat-obatan yang disimpan di farmasi, darah di bank darah, serta

reagen di laboratorium, yang semuanya rentan terhadap perubahan suhu. Kualitas yang terjaga memastikan perawatan pasien dilakukan dengan bahan-bahan yang aman dan efektif, sehingga menurunkan risiko komplikasi.

3. Fungsi Early Warning System (EWS)

Salah satu keunggulan dari THE SMART adalah kemampuannya untuk mendeteksi anomali suhu melalui fungsi *Early Warning System* (EWS). EWS ini memberikan peringatan dini ketika sensor mendeteksi suhu atau kelembaban di luar batas yang telah ditetapkan. Peringatan tersebut langsung ditampilkan di dashboard terintegrasi, sehingga tim medis dapat segera mengambil tindakan preventif sebelum kondisi memburuk. Jika sensor di ruang farmasi mendeteksi bahwa suhu penyimpanan obat melebihi batas aman, EWS akan langsung mengirimkan notifikasi melalui dashboard atau sistem alarm. Dengan respons cepat dari staf medis, obat-obatan yang rentan terhadap perubahan suhu dapat segera diamankan, sehingga mencegah kerugian atau penurunan kualitas obat yang dapat membahayakan pasien.

4. Efisiensi Operasional dan Pengelolaan Data

Selain meningkatkan keselamatan pasien, implementasi THE SMART juga membawa dampak positif terhadap efisiensi operasional rumah sakit. Dengan sistem pemantauan otomatis yang terhubung ke SIMRS, data suhu dan kelembaban dapat diakses secara cepat, akurat, dan transparan oleh seluruh tim medis dan manajemen rumah sakit. Hal ini mempermudah pengambilan keputusan berbasis data dan perencanaan strategis, baik untuk pengelolaan fasilitas maupun perawatan pasien.

Salah satu keunggulan utama dari sistem ini adalah kemampuannya untuk menyimpan data historis secara otomatis. Data tersebut tidak hanya dapat digunakan untuk analisis tren lingkungan rumah sakit, tetapi juga untuk proses audit dan akreditasi. Menurut standar akreditasi rumah sakit, pemantauan suhu dan kelembaban merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi, terutama dalam menjaga kualitas penyimpanan obat dan darah. Dengan tersedianya arsip data yang tersimpan secara digital, proses audit menjadi lebih mudah dan efisien, tanpa perlu pencatatan manual yang rentan terhadap kesalahan.

5. Dukungan terhadap Pemenuhan Standar Akreditasi Rumah Sakit

Pemenuhan standar akreditasi merupakan salah satu prioritas bagi setiap rumah sakit untuk memastikan kualitas layanan kesehatan yang diberikan. Salah satu persyaratan pemenuhan standard dalam akreditasi rumah sakit adalah pemantauan suhu di area penyimpanan dan perawatan kritis harus dilakukan secara konsisten dan akurat. THE SMART memberikan solusi yang

efektif untuk memenuhi persyaratan ini, dengan menyediakan data yang lengkap dan akurat.

Sebagai sistem yang terintegrasi dengan SIMRS, THE SMART juga memudahkan pihak rumah sakit dalam memenuhi syarat regulasi dan meningkatkan kualitas manajemen rumah sakit secara keseluruhan. Sistem ini tidak hanya meningkatkan mutu dan keselamatan pasien, tetapi juga mendukung pencapaian standar akreditasi yang paripurna.

DAFTAR GAMBAR

- Gambar. 1 Lembar pemantauan suhu manual
- Gambar. 2 Alat pengukuran suhu kulkas farmasi
- Gambar. 3 Komponen Rangkaian THE SMART
- Gambar. 4 Desain Topologi THE SMART
- Gambar. 5 Proses desain sistem THE SMART (Coding-Debuging)
- Gambar. 6 Desain Rangkaian THE SMART
- Gambar. 7 Instalasi rangkaian di kulkas vaksin farmasi
- Gambar. 8 Instalasi rangkaian di ruang ICU
- Gambar. 9 Setting suhu dan kelembaban sesuai area
- Gambar. 10 Proses pengujian system
(Pengukuran suhu manual VS pengukuran system THE SMART)
- Gambar. 11 Dashboard monitoring suhu dan kelembaban di ICU
- Gambar. 12 Dashboard monitoring suhu dan kelembaban di area kulkas farmasi
- Gambar. 13 Notifikasi via telegram ke handphone PI
- Gambar. 14 Sosialisasi tenaga medis di unit ICU dan Farmasi

DAFTAR TABEL

- Tabel. 1 Standar Baku Mutu Suhu, Kelembaban dan Tekanan Udara
- Tabel. 2 SBMKL (Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan)
Suhu, Kelembaban dan Tekanan Udara Menurut Jenis Ruang di
Fasilitas Pelayanan Kesehatan



RS UMMI
We Care & Cure with Heart

Lampiran

LEMBAR PENGESAHAN

Yang bertanda tangan dibawah ini adalah Direktur Utama RS UMMI Bogor, menyatakan bahwa makalah ini:

Judul : "THE SMART" *Temperature and Humidity Evaluation: Systematic Monitoring and Real-time; Accuracy, Precision for Quality and Patient Safety*

Penulis : 1. Muhamad Damanhuri
2. Tina Rakhmitania
3. Adrian M Perdana

Asal Rumah Sakit : RS UMMI Bogor

Alamat : Jl. Empang II No.2 Kelurahan Empang
Kecamatan Bogor Selatan, Kota Bogor, Jawa Barat 16132

Nomor Telepon : 0251 – 8341600

Narahubung : Muhamad Damanhuri

Alamat Email : daman.ummi@gmail.com

Nomor *Handphone* : +62 822-1018-3233

Dikirim untuk mengikuti **Lomba PERSI AWARDS 2024** dengan kategori 8 : *Inovation in Healthcare IT*. Makalah ini bukan merupakan hak paten dan dapat diimplementasikan oleh rumah sakit lain tanpa harus meminta izin, serta tidak keberatan bila akan dipublikasikan oleh PERSI dengan tujuan untuk menyebarluaskan pengetahuan dan pengalaman dalam manajemen rumah sakit.

Bogor, 05 September 2024

dr. Mus Aida, MARS, M.H
Direktur Utama RS UMMI Bogor