

Pengembangan Aplikasi untuk Akuisisi dan Transfer Citra Medis pada Sistem Teledermatologi

Supeno Mardi Susiki Nugroho¹, Anang Khoirianto¹

¹Dept. Teknik Komputer Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Indonesia

Email: mardi@its.ac.id, anang@gmail.com,

Abstrak

Pemerataan tenaga medis, khususnya dokter spesialis kulit, masih belum mampu menjangkau daerah terpencil dan kota-kota kecil di Indonesia. Jarak yang jauh menjadi kendala utama bagi pasien. Untuk mengatasi permasalahan ini, penelitian ini mengembangkan sebuah sistem aplikasi teledermatologi yang dapat digunakan untuk membantu dokter spesialis kulit dalam memberikan layanan jarak jauh kepada pasien di daerah terpencil. Teledermatologi merupakan layanan dermatologi dengan komunikasi jarak jauh. Pengembangan aplikasi teledermatologi bagi tenaga medis yang menangani pasien secara langsung meliputi akuisisi citra berupa foto penyakit pasien, formulir data pasien, dan formulir data rekam medis, serta penampilan data diagnosis bagi dokter spesialis. Pengembangan pada sisi dokter spesialis meliputi pembacaan data rekam medis, penampilan foto penyakit hasil akuisisi citra, serta formulir diagnosis. Komunikasi antara dokter spesialis dan tenaga medis yang menangani pasien secara langsung dilakukan melalui aplikasi teledermatologi menggunakan layanan berbasis website. Website teledermatologi ini memiliki layanan untuk pengolahan data rekam medis dan data pengguna, mampu menjalankan fungsi CRUD, serta mengelola data citra penyakit kulit.

Keyword: Teledermatology, Website, Skin Disease

Diterima Redaksi: 05-07-2024 Selesai Revisi: 15-07-2024 Diterbitkan Online: 15-07-2024
DOI: <https://doi.org/10.59378/jcenim.v2i2.49>

I. PENDAHULUAN

Dermatologi merupakan bidang ilmu yang mempelajari penyakit kulit beserta penanganannya [1]. Layanan kesehatan pada bidang ini masih belum tersebar secara merata di seluruh wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia. Indonesia dengan seluruh sumber daya alam yang tersebar di 16.056 pulau dalam 33 provinsi serta membawa cita-cita luhur untuk memajukan kesejahteraan umum, masih menghadapi perjuangan panjang bagi seluruh lapisan masyarakat Indonesia. Distribusi tenaga medis sebagai salah satu aspek penting dalam pemerataan kesejahteraan di bidang kesehatan masih belum merata di 33 provinsi di Indonesia, yang dapat dilihat dari rasio jumlah dokter spesialis per 100.000 penduduk, yaitu sebesar 70,6 di Jakarta, sedangkan di Sulawesi Barat hanya sebesar 3,35 [2]. Ketersediaan dokter spesialis kulit secara khusus hanya terdapat di kota-kota besar [3], seperti Rumah Sakit Cipto Mangunkusumo yang memiliki 22 dokter spesialis kulit [4], sementara di Banyuwangi hanya terdapat satu dokter spesialis kulit yang praktik di Rumah Sakit Yasmin [5] dan Rumah Sakit Blambangan Banyuwangi [6]. Keterbatasan layanan kesehatan untuk penyakit kulit menyebabkan pasien yang berdomisili di kota-kota kecil harus menempuh jarak yang cukup jauh serta membutuhkan waktu tunggu yang lebih lama untuk memperoleh diagnosis dan perawatan dari dokter [7].

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini telah mengembangkan sebuah aplikasi teledermatologi [8], yaitu aplikasi yang mampu melakukan akuisisi dan pengiriman citra medis berupa foto penyakit kulit beserta informasi klinis pasien sebagai bahan diagnosis oleh dokter spesialis kulit untuk memberikan informasi klinis kepada pasien [9, 10]. Dengan demikian, pemerataan dokter dan fasilitas layanan kesehatan yang belum merata serta permasalahan biaya dan jarak yang cukup jauh untuk memperoleh layanan kesehatan penyakit kulit tidak lagi menjadi kendala bagi pasien, khususnya yang berada di daerah terpencil dan kota-kota kecil [11, 12].

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Teledermatologi

Teledermatologi merupakan salah satu aplikasi telemedisin yang paling aktif di Amerika Serikat [1, 3]. Dermatologi merupakan solusi yang sangat sesuai, yang secara khusus dikembangkan berdasarkan kemajuan teknologi komunikasi dan internet untuk penyediaan layanan kesehatan [8]. Dengan memanfaatkan kemajuan teknologi komunikasi, dokter spesialis kulit berpotensi memperluas jangkauan pasien dengan tetap mempertahankan biaya tetap, serta dapat meningkatkan pemerataan layanan kesehatan [7]. Dalam teledermatologi, komunikasi *store-and-forward* (S&F) biasanya merujuk pada pengiriman atau penerusan citra digital dan data pasien kepada dokter spesialis untuk keperluan konsultasi [9, 10]. Untuk *video teleconferencing* (VTC) waktu nyata, penyedia layanan dan pasien berinteraksi secara langsung melalui konferensi video [13]. Metode *store-and-forward* direkomendasikan untuk beberapa aplikasi, VTC untuk aplikasi lainnya, dan metode gabungan merupakan model yang komprehensif untuk teledermatologi [14, 15].

Dermatologi merupakan ilmu yang mempelajari penyakit kulit dan penanganannya. Seiring dengan kemajuan teknologi, layanan dermatologi berbasis komunikasi jarak jauh yang dikenal sebagai teledermatologi saat ini terus dikembangkan [16]. Teledermatologi telah diidentifikasi sebagai praktik kedokteran di mana teknologi dan informasi kesehatan menjadi lebih terjangkau seiring meningkatnya penerimaan telemedisin secara klinis oleh pasien dan dokter [3]. Teledermatologi memiliki potensi besar untuk merevolusi penyampaian data medis dengan menyediakan layanan dermatologi yang merata ke daerah terpencil, serta memungkinkan dokter spesialis penyakit kulit memberikan rujukan kepada pasien dari pusat-pusat dermatologi terkemuka secara jarak jauh [11, 12].

B. Mikroskop nirkabel

Mikroskop nirkabel merupakan mikroskop digital yang memanfaatkan modul WiFi untuk mengirimkan data citra. Mikroskop nirkabel memiliki bentuk silinder sederhana, tanpa lensa okuler dan seperangkat alat pada meja objektif sebagaimana yang terdapat pada mikroskop konvensional. Berikut adalah spesifikasi mikroskop nirkabel yang digunakan dalam penelitian ini ini:

Tabel 1: Spesifikasi mikroskop nirkabel

Specification	Detail
Mode of Transfer	WIFI IEEE 802.11
Image Sensor	3 Mega Pixel
Host Controller Chip	High speed video processing application chip
Camera	HD 5G + IR CUT
Language	English/Chinese
Focus Range	Manually adjust from 1mm to Infinity
Snapshot	By Button
Operation Temperature	-20°C to 60°C
Video Compression Format	H.264; MP4
Photo Format	JPEG
Video Resolution	720P
Light Source	4/8 LED
Magnification	10X, 300X, 600X
Power Supply	DC5V, 1200mA rechargeable lithium battery
Operating System	iOS, Android, Windows
Picture Contrast	Single and Four Segmentation
Product Size	150*33mm (L*W)
Weight	90g

C. Lingkungan Pengembangan Aplikasi Web

Aplikasi web diakses melalui koneksi jaringan lokal atau internet. Aplikasi web merupakan perangkat lunak komputer yang ditulis menggunakan bahasa pemrograman yang didukung oleh peramban (*browser*) seperti Java, JavaScript, PHP, Python, Ruby, HTML, dan lain-lain, serta bergantung pada peramban untuk menampilkan aplikasi. Aplikasi web menjadi populer karena merupakan jenis aplikasi yang paling mudah diakses oleh pengguna hanya dengan menggunakan peramban.

Web Server Apache

Apache merupakan salah satu web server yang banyak digunakan saat ini karena memiliki keunggulan dalam hal kemudahan konfigurasi, bersifat *open source*, serta didukung oleh komunitas pengguna yang besar. Program ini pertama kali dirancang untuk sistem operasi UNIX. Apache memiliki dukungan yang signifikan dan menyediakan layanan yang cukup lengkap bagi penggunanya. Apache bertanggung jawab terhadap pencatatan permintaan dan respons HTTP serta menyediakan informasi yang rinci, yang merupakan fungsi dasar Apache. Apache juga dapat didefinisikan sebagai web server yang ringkas dan modular, mengikuti standar protokol HTTP, serta sangat populer di kalangan pengguna, yang dibuktikan dengan jumlah pengguna yang jauh melebihi para pesaingnya. Berdasarkan survei yang dilakukan oleh Netcraft pada Januari 2005, Apache menguasai tidak kurang dari 68% web server yang berjalan di internet.

PhpMyAdmin

PhpMyAdmin merupakan perangkat lunak bebas yang ditulis menggunakan bahasa pemrograman PHP yang memudahkan administrasi basis data MySQL beserta pengaturannya. PhpMyAdmin mendukung berbagai macam operasi, termasuk operasi MySQL seperti pengelolaan basis data, tabel, field, relasi, indeks, pengguna, hak akses, dan lain sebagainya.

Database MySQL

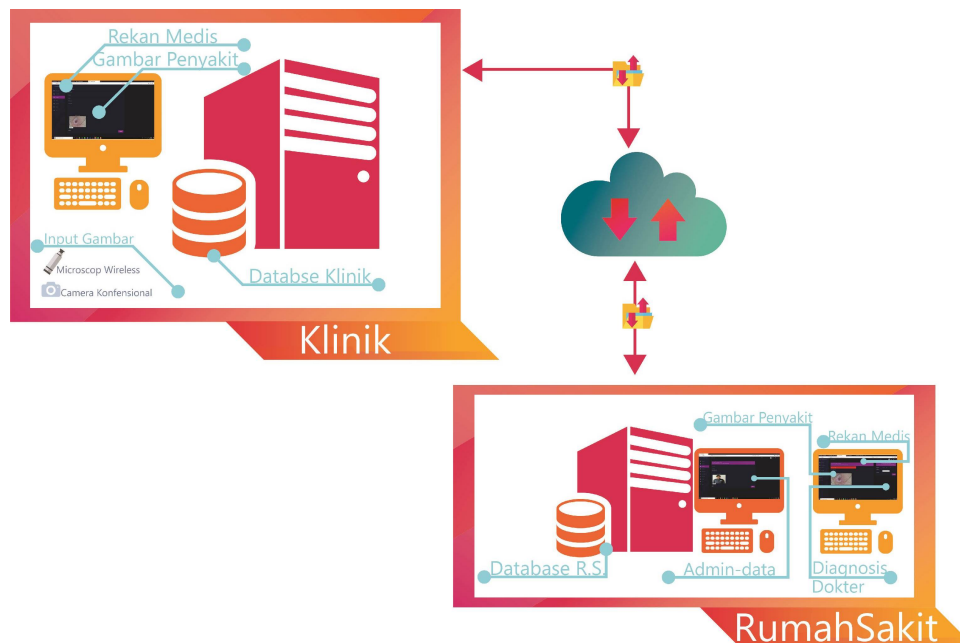
MySQL merupakan perangkat lunak basis data dan sistem manajemen basis data SQL (*Database Management System* / DBMS) yang bersifat *multithreaded* dan *multi-user*. MySQL merupakan salah satu implementasi dari sistem manajemen basis data relasional (*Relational Database Management System* / RDBMS). MySQL dikembangkan oleh TcX dan telah dipercaya untuk mengelola sistem dengan 40 basis data yang berisi 10.000 tabel, di mana 500 di antaranya memuat 7 juta record. Saat ini, server basis data MySQL sangat dikenal secara luas di seluruh dunia, terutama karena bahasa dasar yang digunakan untuk mengakses basis data adalah SQL. *Structured Query Language* (SQL) pertama kali diterapkan dalam sebuah proyek penelitian di laboratorium riset IBM San Jose yang disebut System R. Selanjutnya, SQL dikembangkan oleh SQL, kemudian Oracle, Informix, dan Sybase. Dengan menggunakan SQL, proses akses basis data menjadi lebih mudah dipahami oleh pengguna dibandingkan dengan sistem lain seperti dBase atau Clipper yang masih menggunakan perintah pemrograman murni [17].

III. DESAIN SISTEM

Pengembangan aplikasi untuk akuisisi dan transfer citra medis dalam sistem teledermatologi memiliki tujuan utama untuk menyediakan layanan teledermatologi jarak jauh bagi pasien di kota-kota kecil atau daerah terpencil yang harus menempuh jarak cukup jauh untuk mendapatkan layanan kesehatan penyakit kulit. Pengembangan aplikasi ini diawali dengan pembuatan rancangan desain sistem yang berfungsi sebagai titik awal pengembangan aplikasi untuk kemudian diimplementasikan dan diuji guna memastikan sistem berjalan sesuai dengan perencanaan.

Berikut ini dijelaskan alur sistem yang telah dikembangkan:

1. **Image Input:** Foto penyakit kulit pasien diambil oleh petugas klinik secara manual menggunakan kamera mikroskop nirkabel. Proses pengambilan citra menggunakan kamera mikroskop nirkabel dilakukan dengan komputer yang terhubung ke jaringan WiFi mikroskop untuk menampilkan area pengambilan citra serta menyimpan citra hasil pengambilan pada perangkat komputer. Mikroskop menggunakan 4 atau 8 lampu LED sebagai sumber pencahayaan. Data yang dikumpulkan dengan cara ini kemudian dikirim ke basis data melalui jaringan internet.



Gambar 1: Design System

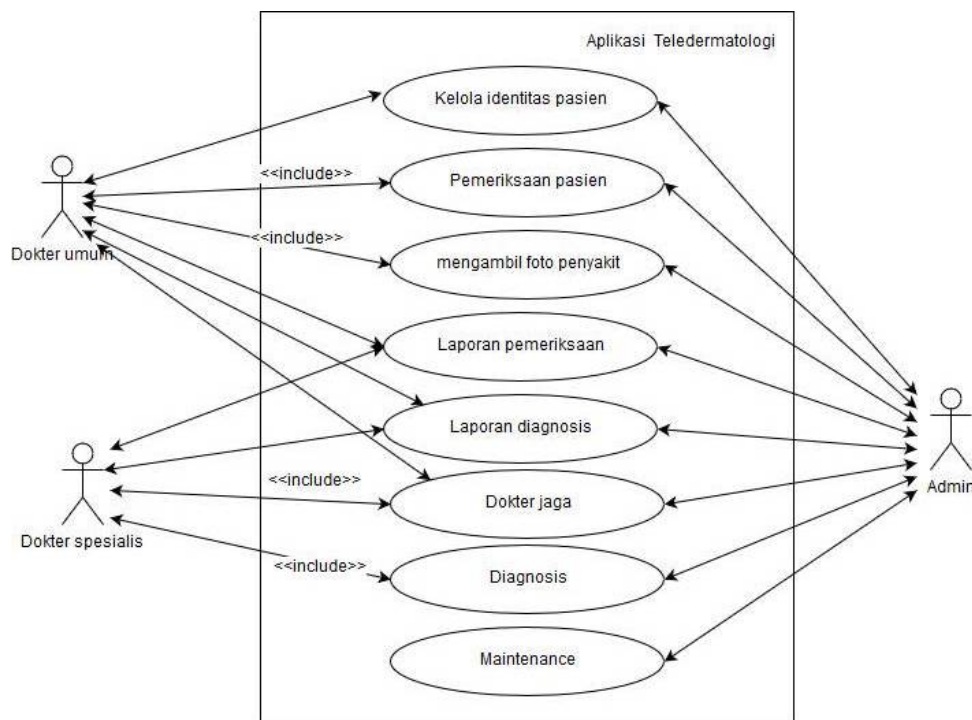
2. **Insert Patient Data and Medical Record:** Data dikumpulkan secara manual oleh petugas klinik melalui formulir yang disediakan dalam sistem aplikasi. Data pasien diperoleh melalui formulir atau kolom pengisian data yang telah disediakan pada sistem aplikasi. Cubeacon yang telah dipasangkan akan dipindai menggunakan minimal 3 penerima Cubeacon AR25. Data yang ditampilkan meliputi Decibel, UUID sebagai Cubeacon ID, MAC Address, Distance, TX power, serta Major & Minor. Pada penelitian ini, data seperti RSSI, TX power, dan MAC Address digunakan sebagai penanda identifikasi.
3. **Medical Record Data Storage at Clinic Database:** Hasil pengumpulan data rekam medis dikirim ke basis data menggunakan jaringan internet (GPRS). Data yang disimpan meliputi ID pasien, ID petugas, data rekam medis, serta foto penyakit kulit pasien. Setiap data rekam medis pasien disimpan dengan ID yang berbeda.
4. **Doctor's Diagnosis:** Diagnosis dokter dilakukan secara manual dengan mengisi formulir yang disediakan dalam sistem aplikasi sesuai dengan kebutuhan diagnosis. Data rekam medis yang memuat nama pasien, data rekam medis, serta foto penyakit ditampilkan dalam satu halaman bersama dengan formulir diagnosis sehingga memudahkan dokter dalam melakukan peninjauan. Dokter dapat merekomendasikan obat kepada pasien serta menambahkannya ke dalam daftar obat pada bagian data obat.
5. **Storage of Data in Hospitals:** Data rekam medis yang telah dilengkapi dengan diagnosis dokter dikirim ke basis data rumah sakit menggunakan jaringan internet (GPRS). Data yang disimpan meliputi ID rekam medis, ID dokter, hasil diagnosis dokter, data obat, serta ID terkait. Setiap data diagnosis disimpan dengan ID yang berbeda sehingga memungkinkan adanya lebih dari satu diagnosis dokter untuk satu penyakit.
6. **Display of Medical Record Data:** Data rekam medis yang tersimpan dalam basis data ditampilkan pada halaman web yang dapat diakses oleh petugas klinik dan dokter spesialis. Data ditampilkan dalam bentuk tabel rekam medis yang memuat ID dari setiap data rekam medis. Data pada setiap ID rekam medis dapat mencakup seluruh data pasien, data petugas, data dokter, foto penyakit kulit, hasil pemeriksaan, serta hasil diagnosis.
7. **Admin Data Management:** Pengelolaan data petugas klinik, dokter spesialis, klinik, dan rumah sakit seluruhnya dikelola oleh admin.

A. Perancangan Aplikasi

Perancangan aplikasi dijelaskan melalui diagram perilaku menggunakan Unified Modeling Language (UML). Diagram yang dibuat dalam perancangan aplikasi ini meliputi diagram aktivitas, diagram sekuen, diagram use case, serta Entity Relationship Diagram (ERD).

Diagram Use Case

Use case merupakan abstraksi dari interaksi antara sistem dan aktor. Use case menggambarkan jenis interaksi antara pengguna sistem dan sistem melalui alur cerita mengenai bagaimana sistem digunakan. Diagram use case menggambarkan bagaimana sistem terlihat dari sudut pandang pengguna [18]. Diagram use case mempermudah komunikasi antara analis dan pengguna serta antara analis dan klien. Aktor yang terlibat dalam sistem ini adalah dokter spesialis, dokter umum, dan administrator yang berinteraksi dengan sistem aplikasi teledermatologi.

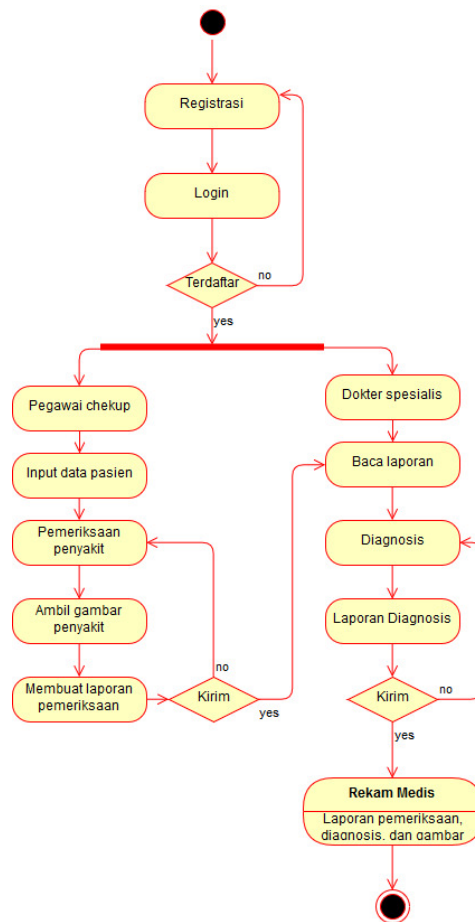


Gambar 2: Usecase Diagram

Diagram Aktivitas

Diagram aktivitas menggambarkan berbagai alur aktivitas dalam sistem yang sedang dirancang, bagaimana setiap aktivitas dimulai, keputusan yang mungkin terjadi, serta bagaimana aktivitas tersebut berakhir [18]. Diagram aktivitas merupakan diagram keadaan khusus di mana sebagian besar keadaan adalah aksi dan sebagian besar transisi dipicu oleh selesainya keadaan sebelumnya (pemrosesan internal). Aktivitas dalam aplikasi ini dapat digambarkan sebagaimana ditunjukkan pada gambar berikut.

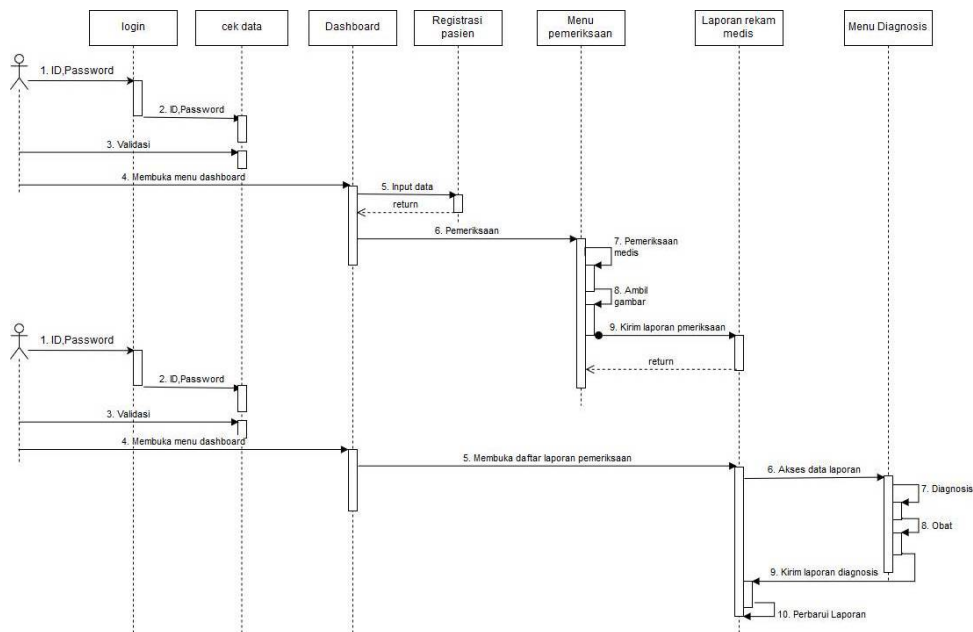
Seluruh aktivitas diawali dengan proses pendaftaran akun yang selanjutnya digunakan untuk masuk ke dalam sistem aplikasi. Dalam aplikasi ini, setiap jenis akun pengguna memiliki layanan yang disediakan sesuai dengan perannya masing-masing.



Gambar 3: Activity Diagram

Diagram Sekuens

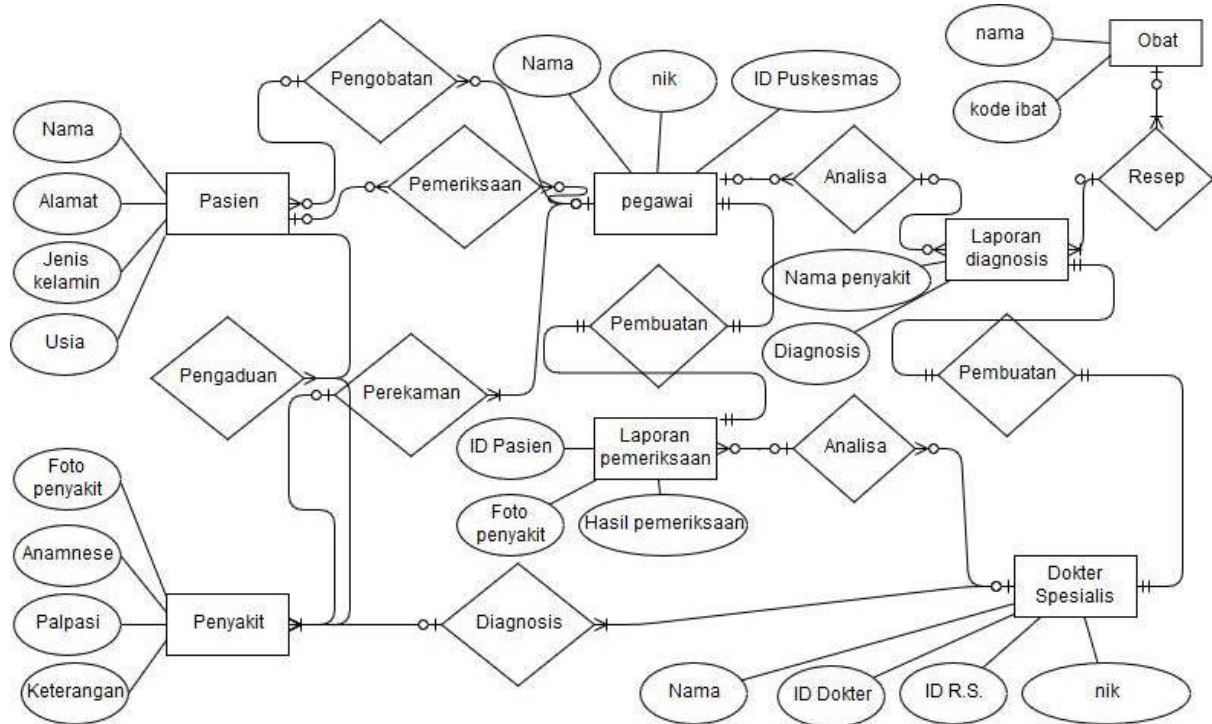
Diagram sekuens dalam perancangan aplikasi digunakan untuk menggambarkan berbagai perilaku dalam suatu skenario [18]. Tujuannya adalah untuk menunjukkan rangkaian pesan yang dikirimkan antar objek serta interaksi antar objek yang terjadi pada titik tertentu selama eksekusi sistem.



Gambar 4: Sequence Diagram

Diagram Hubungan Entitas

Entity Relationship Diagram merupakan salah satu model yang digunakan untuk membuat rancangan basis data dengan tujuan untuk menggambarkan hubungan data dalam sebuah basis data.



Gambar 5: Entity Relationship Diagram

IV. HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Terdapat dua tahap pengujian, yaitu pengujian citra dan pengujian pengiriman citra & data. Pengujian pertama dilakukan menggunakan kamera mikroskop nirkabel. Parameter yang digunakan meliputi kualitas citra dari citra digital serta hasil penilaian yang diberikan kepada pengguna.



Gambar 6: Data hasil pencitraan mikroskop nirkabel

Tabel 2: Hasil Akuisisi Citra dari Mikroskop Nirkabel

Tolok Ukur	Hasil Pengambilan Citra	Standar Teledermatologi	Pemahaman Dokter
Dimensi	1280x720	2000x1500	832x608
Lebar	1280 piksel	2000 piksel	832 piksel
Tinggi	720 piksel	1500 piksel	608 piksel
Kedalaman Bit	24	—	24
Tipe Citra	BMP	JPEG (direkomendasikan)	—
Ukuran	2.63 MB	—	—

Citra yang diperoleh ditampilkan kepada pengguna (pasien, pegawai klinik, dan mahasiswa kedokteran) yang kemudian diminta untuk melakukan penilaian terhadap citra tersebut. Data hasil penilaian yang diperoleh ditunjukkan pada tabel di atas. Pengujian pengiriman citra medis dilakukan dengan menguji kemampuan aplikasi dalam mengirimkan citra ke basis data serta menampilkan hasil pengiriman citra dari basis data tersebut.

Tabel 3: Pengelolaan Jenis Data Citra

Format Citra Medis	Insert	Read
JPG	Terkirim	Ditampilkan
JPEG	Terkirim	Ditampilkan
BMP	Terkirim	Ditampilkan
PNG	Terkirim	Ditampilkan

Pengujian juga dilakukan terhadap fitur-fitur yang terdapat pada aplikasi sebagaimana ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 4: Hasil Pengujian Fitur Aplikasi

Kelas Pengujian	Item Pengujian	Tingkat Pengujian	Jenis Pengujian	Hasil
Antarmuka Pengguna	Login Admin	Uji sistem	Black box	Berhasil
Akun	Pembuatan Akun	Uji unit	Black box	Berhasil
Fungsi	Pengujian fungsi data rekam medis	Uji unit	Black box	Berhasil
	Fungsi logout	Uji unit	Black box	Berhasil
	Pengujian fungsi pemeriksaan	Uji unit	Black box	Berhasil
	Pengujian fungsi laporan pemeriksaan	Uji unit	Black box	Berhasil
	Pengujian fungsi laporan pemeriksaan	Uji unit	Black box	Berhasil
	Pengujian fungsi laporan diagnosis	Uji unit	Black box	Berhasil
	Pengujian fungsi data obat	Uji unit	Black box	Berhasil
	Pengujian fungsi pemilihan obat	Uji unit	Black box	Berhasil

Seluruh hasil pengujian menunjukkan bahwa fungsi-fungsi aplikasi dapat berjalan dengan baik. Mikroskop nirkabel mampu menangkap citra penyakit kulit dengan kualitas yang memadai untuk keperluan

pemeriksaan medis. Aplikasi juga berhasil mengelola data citra medis dalam berbagai format serta menjaga integritas data selama proses pengiriman antara sistem klinik dan rumah sakit.

V. KESIMPULAN

Pengembangan aplikasi pada sistem website berbasis teledermatologi dapat diterapkan di klinik maupun rumah sakit yang memiliki komputer dengan berbagai jenis dan spesifikasi perangkat. Penggunaan mikroskop nirkabel yang fleksibel memberikan kemudahan dalam proses pengambilan gambar, dengan citra yang dihasilkan memiliki resolusi 1280x720 piksel serta cukup jelas untuk dijadikan bahan pemeriksaan medis. Pemanfaatan aplikasi untuk akuisisi dan pengiriman citra medis pada sistem teledermatologi dapat memberikan kemudahan bagi layanan kesehatan di bidang dermatologi yang berada pada lokasi yang berjauhan.

Daftar Pustaka

- [1] H. E. Lucero-Orillaza, "Teledermatology: The new normal?" *Acta Medica Philippina*, 2021.
- [2] "Kementrian kesehatan republik indonesia," 2017, program Pemenuhan Tenaga Kesehatan.
- [3] S. Almaziad, S. AlTamimi, and F. Alshahrani, "Assessment of dermatologists' perception of utilizing teledermatology during covid-19 pandemic in saudi arabia," *Saudi Medical Journal*, 2021.
- [4] "Rscm - departemen kulit dan kelamin," 2017. [Online]. Available: http://www.rscm.co.id/index.php?XP_webview_menu=0&pageid=70&title=Departemen%20Kulit%20dan%20Kelamin
- [5] "Rs yasmin - daftar dokter," 2018. [Online]. Available: <http://yasminhospital.com/daftar-dokter/>
- [6] "Portal banyuwangi - jadwal dokter poliklinik rsud blambangan," 2017. [Online]. Available: <http://portal.banyuwangikab.go.id/news/detail/6459/jadwal-dokter-poliklinik-rsud-blambangan-05-mareti-2018-sd-10-maret-2018>
- [7] M. Sánchez-Martín, M. R. López De Fez, and J. D. Martínez-Ezquerro, "Store-and-forward teledermatology in a spanish health area significantly increases access to dermatology expertise," *BMC Primary Care*, 2024.
- [8] A. V. Wangenheim and A. Nunes, "Creating a web infrastructure for the support of clinical protocols and clinical management: An example in teledermatology," *Telemedicine and e-Health*, 2019.
- [9] A. Finnane *et al.*, "Proposed technical guidelines for the acquisition of clinical images of skin-related conditions," *JAMA Dermatology*, 2017.
- [10] J. L. Pecina *et al.*, "Uses of mobile device digital photography of dermatologic conditions in primary care," *JMIR mHealth and uHealth*, 2017.
- [11] B. Jobbágy, S. Szamado, and G. Kopec, "Emergency use and efficacy of an asynchronous teledermatology system as a novel tool for early diagnosis of skin cancer during the first wave of covid-19 pandemic," *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2022.
- [12] E. Mieras *et al.*, "The development of a mobile application to support peripheral health workers to diagnose and treat people with skin diseases in resource-poor settings," *Tropical Medicine and Infectious Disease*, 2018.
- [13] A. Cartron, F. Alahdab, L. S. Eitner, and R. Magana, "Pediatric teledermatology: A review of the literature," *Pediatric Dermatology*, 2020.
- [14] D. J. Eddy and R. Wootton, "Teledermatology: a review," 2001, australia.
- [15] A. Deda and M. Tsoneva, "Dermoscopy practice guidelines for use in telemedicine," *NPJ Digital Medicine*, 2022.
- [16] C. Montiel, C. G. Saura, and M. Bonifacio, "Patient learning pathway: Identifying patient competencies in teledermatology for effective management of dermatological conditions," *Journal of Cutaneous Medicine and Surgery*, 2024.

- [17] "Wikipedia - mysql," 2018. [Online]. Available: <https://id.wikipedia.org/wiki/MySQL>
- [18] R. Gaol, "Diagram sequence uml," 2014. [Online]. Available: https://www.academia.edu/27112880/DIAGRAM_SEQUENCE_UML