

Penerapan Sistem Pakar Untuk Diagnosa Penyakit Tulang Menggunakan Metode Forward Chaining Berbasis Web

Nazri Pri Andini Zulqa Dah Hunawa^{1a,*}, Lillyan Hadjaratie^{2b}, Nikmasari Pakaya^{3c}

^{a b c} Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo

Email : nazrihunawa03@gmail.com, lillyan.hadjaratie@ung.ac.id, nikmasari.pakaya@ung.ac.id

Abstract

Bone health is an important aspect that affects quality of life, but is often overlooked. According to WHO data (2019), there were 178 million new cases of bone fractures worldwide, an increase of 33.4% since 1990, and 455 million prevalent cases due to fractures, an increase of 70.1%. Osteoporosis is the most common bone disease, affecting approximately 200 million people. In Indonesia, Riskesdas (2018) recorded a prevalence of osteoarthritis of 7.30%, while in Gorontalo Province it reached 6.85% in people aged ≥ 15 years. The high number of sufferers is not proportional to the number of medical personnel, because out of a total population of 1,242,240, there are only three orthopedic specialists. This condition causes delays in diagnosis and treatment. This study aims to develop a web-based expert system to assist in the diagnosis of bone diseases using the forward chaining method. The system was developed using a prototype approach through the stages of communication, rapid planning, design, prototype creation, implementation, and feedback. The main feature of the system is that patients are asked questions and can select symptoms that match their condition, then the system searches through symptom rules to generate relevant bone disease possibilities. The application was built using PHP and MySQL and tested using the blackbox method, which showed the expected results. This system is expected to help the public conduct initial self-examinations and support doctors in speeding up the initial diagnosis process.

Translated with DeepL.com (free version)

Keywords : *Expert System, Bone Disease, Forward Chaining, Prototype, PHP, MySQL, Blackbox,*

Abstrak

Kesehatan tulang merupakan aspek penting yang berpengaruh terhadap kualitas hidup, namun sering diabaikan. Berdasarkan data WHO (2019), terdapat 178 juta kasus fraktur tulang baru di dunia dengan peningkatan 33,4% sejak tahun 1990 dan 455 juta kasus prevalen akibat fraktur yang meningkat 70,1%. Osteoporosis menjadi penyakit tulang paling umum dengan jumlah penderita sekitar 200 juta orang. Di Indonesia, Riskesdas (2018) mencatat prevalensi osteoarthritis sebesar 7,30%, sedangkan di Provinsi Gorontalo mencapai 6,85% pada penduduk usia ≥ 15 tahun. Tingginya angka penderita tidak sebanding dengan jumlah tenaga medis, karena dari total penduduk 1.242.240 jiwa hanya tersedia tiga dokter spesialis tulang. Kondisi ini menyebabkan keterlambatan diagnosis dan penanganan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem pakar berbasis web untuk membantu diagnosis penyakit tulang menggunakan metode *forward chaining*. Sistem dikembangkan dengan pendekatan *prototype* melalui tahapan komunikasi, perencanaan cepat, perancangan, pembuatan *prototype*, implementasi, dan umpan balik. Fitur utama sistem adalah pasien diberikan pertanyaan dan dapat memilih gejala yang sesuai dengan kondisi yang dirasakan, kemudian sistem menelusuri aturan gejala untuk menghasilkan kemungkinan penyakit tulang yang relevan. Aplikasi dibangun menggunakan PHP dan *MySQL* serta diuji dengan metode *blackbox*, yang menunjukkan hasil sesuai harapan. Sistem ini diharapkan dapat membantu masyarakat melakukan pemeriksaan awal secara mandiri dan mendukung dokter dalam mempercepat proses diagnosis awal.

Keywords : *Sistem Pakar, Penyakit Tulang, Forward Chaining, Prototype, PHP, MYSQL, Blackbox,*

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi telah mendorong lahirnya berbagai inovasi dalam bidang kesehatan, salah satunya adalah sistem pakar. Sistem pakar merupakan aplikasi kecerdasan buatan (Artificial Intelligence) yang dirancang untuk meniru kemampuan seorang pakar dalam menganalisis dan mengambil keputusan. Teknologi ini terbukti efektif dalam membantu proses diagnosis penyakit secara cepat dan efisien (Ardhy, 2019). Penelitian serupa dilakukan oleh NurJumala (2022) yang mengembangkan sistem pakar diagnosis penyakit rhinitis berbasis web menggunakan metode *forward chaining* dengan tingkat akurasi mencapai 93%, menunjukkan potensi besar sistem pakar dalam bidang kesehatan.

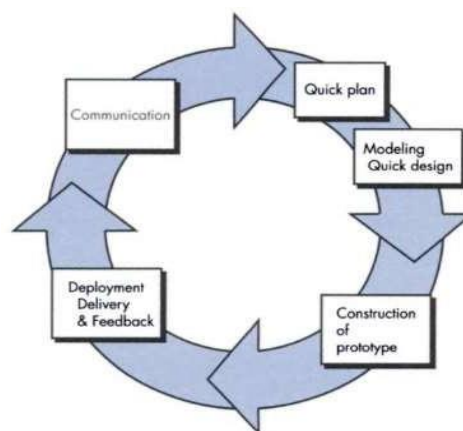
Namun, penerapan sistem pakar untuk diagnosis penyakit tulang masih terbatas, padahal gangguan tulang seperti osteoporosis dan osteoarthritis cukup sering dijumpai dan dapat menurunkan kualitas hidup penderitanya. Berdasarkan data WHO (2019), terdapat 178 juta kasus fraktur baru dan 455 juta kasus gangguan tulang kronis di dunia. Di Indonesia, prevalensi osteoarthritis mencapai 7,30% (Riskesdas, 2018). Di Provinsi Gorontalo sendiri, sekitar 6,85% penduduk usia ≥ 15 tahun mengalami gangguan tulang, sementara jumlah dokter spesialis tulang hanya tiga orang dari total penduduk 1,24 juta jiwa.

Kondisi ini menyebabkan masyarakat sulit memperoleh diagnosis dini dan cenderung melakukan pengobatan sendiri yang berisiko memperburuk keadaan (Rahmi, 2021). Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem pakar diagnosis penyakit tulang berbasis web menggunakan metode *forward chaining* sebagai solusi alternatif. Sistem ini diharapkan dapat membantu masyarakat melakukan pemeriksaan awal secara mandiri dan mendukung tenaga medis dalam mempercepat proses identifikasi gejala serta pengambilan keputusan awal secara lebih efektif dan efisien.

2. Metode Penelitian

2.1. Metode Pengembangan sistem

Prototype adalah versi awal sistem yang digunakan untuk mengeksplorasi rancangan, mengidentifikasi masalah, dan menyempurnakan solusi. Pemilihan metode prototype dalam pengembangan sistem pakar diagnosis penyakit tulang ini dilakukan karena ruang lingkup dan kebutuhan sistem telah dapat didefinisikan dengan jelas sejak awal. Penerapan prototype memungkinkan pengguna untuk melihat proses pengembangan sistem dan memastikan aplikasi dapat beroperasi dengan baik.



Gambar 1. Metode *Prototype* (Pressman, 2012)

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *prototype*. Metode Prototype merupakan pendekatan pengembangan sistem yang melibatkan interaksi langsung antara pengembang dan pengguna untuk memahami kebutuhan secara lebih akurat. Proses ini dilakukan secara iteratif agar sistem yang dihasilkan sesuai dengan harapan pengguna. Tahapan metode ini meliputi: (1) Communication, yaitu tahap diskusi untuk menentukan tujuan dan kebutuhan sistem, (2) Quick Plan, perencanaan cepat fitur utama, (3) Modeling Quick Design, pembuatan desain awal antarmuka dan alur sistem, (4) Construction of Prototype, pembangunan model sistem berdasarkan desain serta, (5) Deployment, Delivery, and Feedback, yaitu pengujian dan evaluasi oleh pengguna untuk penyempurnaan sistem hingga mencapai hasil optimal (Kurniati, 2021).

2.2. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui tiga metode, yaitu wawancara, observasi, dan studi pustaka.

Metode wawancara dilakukan dengan tiga dokter spesialis tulang, yaitu dr. Irma Suryani, Sp.OT, dr. Chairul Wahyudi, Sp.OT, dan dr. Irawan Huntoyungo, Sp.OT. Wawancara ini bertujuan untuk menggali informasi mendalam mengenai berbagai jenis penyakit tulang, gejala yang sering muncul, serta proses penentuan diagnosis oleh dokter. Informasi yang diperoleh dari wawancara ini akan menjadi bagian penting dalam penyusunan basis pengetahuan dan perancangan mesin inferensi pada sistem pakar yang dikembangkan.

Selain wawancara, dilakukan juga observasi terhadap alur pelayanan medis, khususnya bagaimana dokter mengidentifikasi dan menganalisis gejala pasien. Observasi ini bertujuan untuk memahami pola kerja dan proses pengambilan keputusan dalam diagnosis penyakit tulang, sehingga dapat dijadikan acuan dalam perancangan sistem pakar.

Selanjutnya, studi pustaka dilakukan dengan mengumpulkan dan menelaah berbagai literatur ilmiah yang relevan, seperti jurnal, buku, dan sumber daring yang berkaitan dengan sistem pakar dan diagnosis penyakit tulang. Studi pustaka ini bertujuan untuk membangun dasar teori yang kuat serta menjadi landasan dalam menganalisis dan merumuskan solusi terhadap permasalahan yang diteliti.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada bagian ini peneliti akan membahas rancangan sistem informasi berdasarkan tahapan penelitian yang telah dideskripsikan pada metodologi penelitian

3.1 Comunication

Tahap awal pengembangan sistem ini dimulai dengan proses komunikasi dan pengumpulan data. Pada tahap ini penulis mengumpulkan berbagai data seperti data dokter, data jenis penyakit, serta data gejala yang berkaitan dengan penyakit tulang. Data yang diperoleh kemudian diolah menggunakan metode pendekatan *forward chaining* untuk mendapatkan hasil diagnosa dari sebuah penyakit tulang. Berdasarkan hasil observasi data diperoleh melalui konsultasi dengan tiga dokter spesialis tulang yang menangani pasien secara langsung, dari hasil tersebut, diperoleh enam jenis penyakit tulang yang menjadi fokus adalah Osteoporosis, Osteoarthritis, Osteomielitis, Fraktur Vertebra, Demam Reumatik, dan Spondilitis TB, dengan total 35 gejala penyakit tulang.

3.2 Quick Plan

Pada tahap ini mencakup perencanaan kebutuhan fungsional dengan menganalisis fitur-fitur yang dibutuhkan pengguna. Perancangan dilakukan berdasarkan basis pengetahuan hasil wawancara dengan pakar, yang kemudian diolah menjadi aturan (rule base). Aturan tersebut digunakan dalam proses penalaran sistem agar mampu menghasilkan diagnosis penyakit tulang yang akurat.

3.3 Modeling Quick Design

Tahap ini adalah awal dari perancangan dan visualisasi sistem yang akan dibangun yang meliputi *eksternal entity*, diagram konteks, diagram alir data, rancangan *database*, dan rancangan antar muka.

a. Eksternal Entity

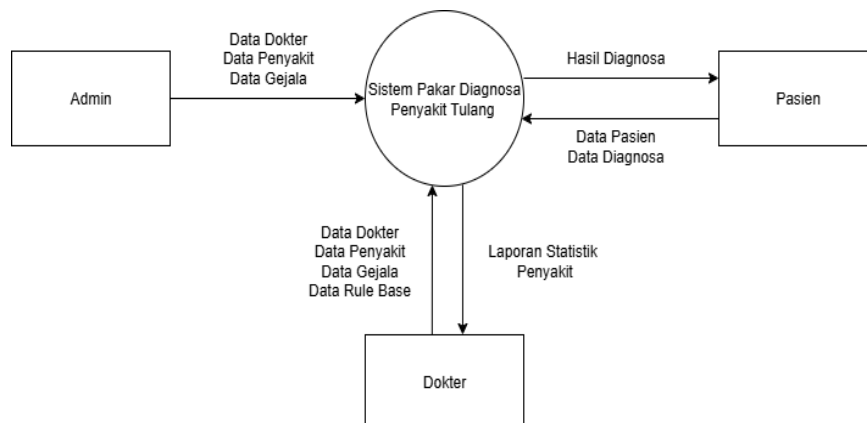
Eksternal Entity memberikan gambaran pihak-pihak yang berinteraksi dengan sistem pakar diagnosa penyalit tulang dan jenis akses yang dimiliki oleh pengguna. Berikut tabel *Eksternal Entity*.

Tabel 1. Eksternal Entity

Entity	Input	Output
Admin	Data Dokter Data Penyakit Data Gejala	-
Dokter	Data Penyakit Data Gejala Data Rule Base	Laporan Statistik Penyakit
Pasien	Data Diagnosa	Hasil Diagnosa

b. Diagram Konteks

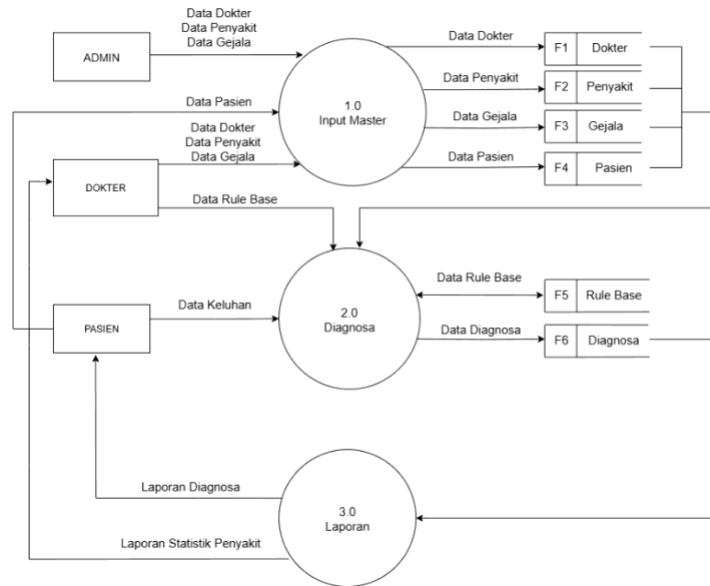
Diagram Konteks ini menggambarkan proses kerja sistem secara umum. Diagram konteks merupakan diagram alir data yang menggambarkan secara garis besar operasional sistem.



Gambar 2. Diagram Konteks

c. Data Flow Diagram

DFD merupakan level tertinggi dari suatu sistem yang memberikan gambaran umum mengenai keseluruhan proses tanpa menjelaskan aktivitas secara rinci. Dalam sistem ini, admin bertugas menambahkan data master seperti data dokter, data penyakit, dan data gejala ke dalam *storage*. Sementara itu, dokter berperan untuk menginput data gejala dan penyakit sekaligus menyusun *Rule Base* yang menjadi dasar penalaran sistem dalam proses diagnosis. Pengetahuan yang dimasukkan oleh dokter ini kemudian digunakan untuk mendukung proses diagnosa pasien.



Gambar 3. Data Flow Diagram

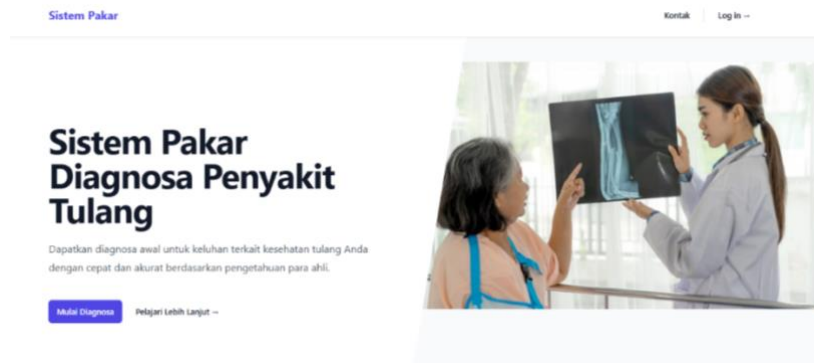
3.4 Construction Of Prototype

Hasil perancangan sistem yang telah disusun pada tahap sebelumnya diterapkan pada tahap implementasi. Sistem pakar diagnosis penyakit tulang ini dibuat dengan framework Laravel dan sistem manajemen basis data *MySQL*. Berikut ini adalah penjelasan singkat tentang halaman utama yang telah digunakan.

1. Tampilan Antar Muka Sistem

a. Tampilan Halaman Awal

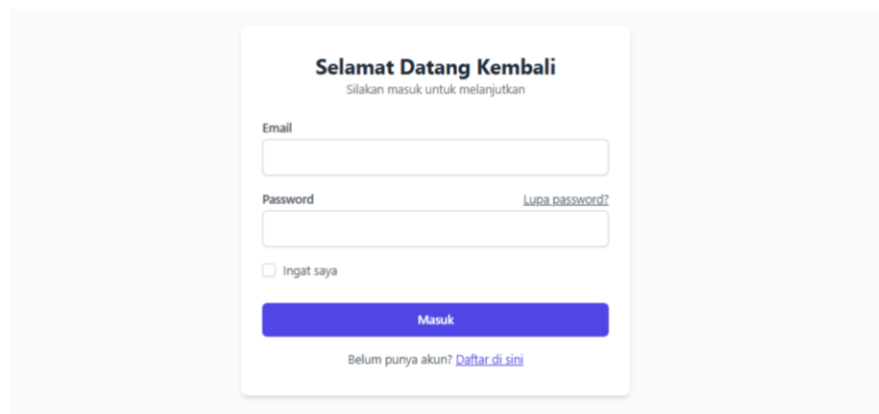
Halaman awal pada sistem pakar diagnosa penyakit tulang menampilkan informasi singkat tentang sistem serta, pengguna dapat melakukan login untuk mulai menggunakan layanan diagnosa.



Gambar 4. Tampilan Halaman Awal

b. Tampilan Halaman Login

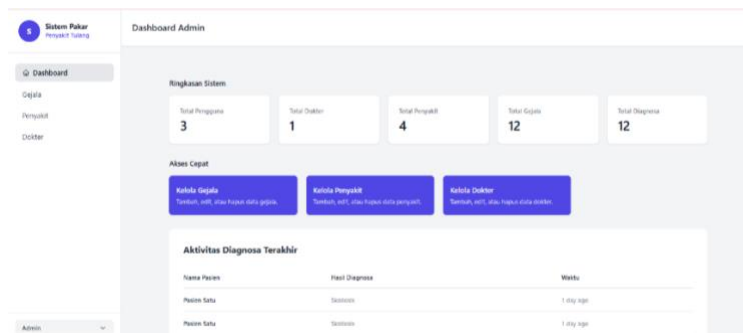
Halaman login pada sistem pakar diagnosa penyakit tulang digunakan oleh pengguna untuk masuk ke dalam sistem. Pada halaman ini, admin, dokter maupun pasien diminta memasukkan alamat email serta *password* untuk dapat mengakses layanan



Gambar 5. Tampilan Halaman Login

c. Tampilan Halaman Dashboard Admin

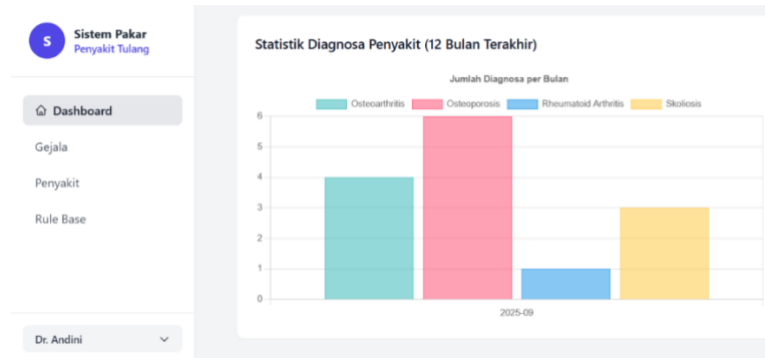
Dashboard admin adalah halaman utama yang ditampilkan setelah admin berhasil login. Admin dapat mengakses menu untuk mengelola data penyakit, gejala, dokter, serta fungsi lain yang berkaitan dengan sistem.



Gambar 6. Tampilan Halaman Dashboard Admin

d. Tampilan Halaman Dashboard Dokter

Tampilan halaman dashboard dokter menampilkan statistik diagnosa penyakit selama 12 bulan terakhir. Fitur ini berfungsi sebagai media informasi yang membantu dokter dalam memahami pola dan tren kasus penyakit yang terjadi.



Gambar 7. Tampilan Halaman Dashboard Dokter

e. Tampilan Halaman Dashboard Pasien

Tampilan halaman dashboard pasien menampilkan informasi utama yang dapat diakses setelah pasien login. Pada halaman ini tersedia menu untuk melakukan diagnosa penyakit dan melihat riwayat hasil diagnosa. Dashboard ini membantu pasien menggunakan layanan dengan mudah dan terarah.



Gambar 8. Tampilan Halaman Dashboard Pasien

2. Pengujian Sistem

Pada tahap ini, sistem telah diintegrasikan dan diuji untuk memastikan seluruh fungsinya berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Pengujian dilakukan menggunakan metode *Blackbox Testing*, yang berfokus pada evaluasi kinerja sistem berdasarkan input dan output tanpa memeriksa logika maupun struktur kode internal.

Tabel 2. Hasil Pengujian Black Box

Input	Output Yang Dihasilkan	Hasil Pengamatan	Kesimpulan
Memasukan username dan password yang sudah terdaftar/ tidak terdaftar di sistem	Pengguna masuk dengan kredensial valid dan tidak	Menampilkan pemberitahuan masuk saat valid dan gagal saat tidak valid	Sesuai
Pasien memilih beberapa gejala lalu menekan tombol Lihat Hasil Diagnosa	Sistem menampilkan hasil diagnosa penyakit tulang berdasarkan gejala yang dipilih	Gejala yang dipilih sesuai dengan aturan sehingga hasil diagnosa muncul	Sesuai
Pasien menyimpan hasil diagnosa	Sistem menyimpan hasil diagnosa ke riwayat diagnosa	Data hasil diagnosa tersimpan di riwayat dagnosa	sesuai
Mengubah nama dan email lalu menekan tombol simpan	Sistem memperbaharui data berhasil update	Data pengguna berhasil diupdate	sesuai
membuka menu Kontak & Lokasi Praktek	Sistem menampilkan informasi kontak dan alamat praktek dokter	Menampilkan informasi kontak dan lokasi praktek dokter	sesuai

3.5 Deployment Delivery & Feedback

Pada tahap ini, prototype sistem dipresentasikan kepada pengguna untuk memperoleh umpan balik terkait kinerja dan kesesuaiannya. Evaluasi dan penyempurnaan dilakukan secara berulang hingga sistem memenuhi kebutuhan pengguna, kemudian diserahkan untuk dilakukan pemeliharaan berkelanjutan sesuai perkembangan kebutuhan.

4. Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian, dikembangkan sebuah sistem pakar diagnosis penyakit tulang berbasis web untuk membantu pasien mengenali gejala awal secara mandiri. Pengembangan sistem ini dilatarbelakangi oleh masih rendahnya kesadaran masyarakat terhadap gejala awal penyakit tulang yang sering menyebabkan keterlambatan diagnosis dan penanganan medis. Sistem ini dirancang untuk memberikan informasi awal yang relevan mengenai kemungkinan jenis penyakit tulang yang diderita pasien.

Metode *Forward Chaining* diterapkan karena sesuai dengan pola penalaran medis dalam mendiagnosis penyakit berdasarkan gejala. Melalui pendekatan ini, sistem menelusuri aturan berbasis gejala hingga menghasilkan kesimpulan logis berupa kemungkinan penyakit tulang yang dialami. Mekanisme ini menyerupai proses berpikir dokter, sehingga hasil diagnosis bersifat rasional dan dapat dipertanggungjawabkan. Selain itu, metode ini memungkinkan basis pengetahuan diperbarui oleh tenaga medis sesuai perkembangan informasi terbaru, sehingga sistem tetap akurat dan relevan.

Pengembangan sistem dilakukan menggunakan metode *Prototype* yang meliputi lima tahap: *communication, quick plan, modeling quick design, construction of prototype,*

dan *deployment delivery and feedback*. Tahap komunikasi dilakukan melalui wawancara dengan tiga dokter spesialis tulang serta studi literatur medis untuk menentukan kebutuhan sistem. Sistem dirancang memiliki tiga jenis pengguna, yaitu admin (mengelola data dokter, penyakit, dan gejala), dokter (menyusun serta memperbarui basis pengetahuan), dan pasien (melakukan diagnosis mandiri berdasarkan gejala yang dirasakan).

Implementasi sistem dilakukan menggunakan Laravel dan *MySQL*, kemudian diuji menggunakan metode *Blackbox Testing* untuk memastikan semua fungsi berjalan sesuai spesifikasi. Umpan balik dari pengguna digunakan untuk penyempurnaan sistem hingga mencapai tingkat kesesuaian yang diharapkan. Hasilnya, sistem pakar ini mampu mempermudah pasien dalam mengenali kondisi kesehatan tulang serta membantu tenaga medis dalam pengelolaan data dan basis pengetahuan secara efisien. Dengan demikian, sistem ini berpotensi menjadi sarana deteksi dini penyakit tulang dan mendukung peningkatan layanan kesehatan masyarakat.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, telah berhasil dikembangkan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tulang berbasis web dengan metode *Forward Chaining*. Sistem ini dirancang untuk membantu pasien dalam melakukan identifikasi awal terhadap jenis penyakit tulang melalui gejala yang dialami, serta memberikan informasi pencegahan dan penanganan dasar. Bagi tenaga medis, sistem ini juga mempermudah dalam mengelola basis pengetahuan yang mencakup data penyakit, gejala, dan aturan inferensi yang digunakan dalam proses diagnosa. Penerapan metode *Prototype* terbukti efektif karena mendukung penyesuaian sistem secara iteratif berdasarkan umpan balik pengguna, sehingga hasil akhir lebih sesuai dengan kebutuhan dan harapan pengguna.

Daftar Pustaka (Time New Roman, 11 Bold)

Ardhy, F. (2019). *Penyakit Tulang Pada Manusia Menggunakan*. 29–34.

Kurniati, K. (2021). Penerapan Metode Prototype Pada Perancangan Sistem Pengarsipan Dokumen Kantor Kecamatan Lais. *Journal of Software Engineering Ampera*, 2(1), 16–27. <https://doi.org/10.51519/journalsea.v2i1.89>

NurJumala, A., Prasetyo, N. A., & Utomo, H. W. (2022). Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Rhinitis Menggunakan Metode Forward Chaining Berbasis Web. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 9(1), 69. <https://doi.org/10.30865/jurikom.v9i1.3815>

Pressman, R. (2012). *Software Engineering: A Practitioner's Approach, Seventh Edition (A. Nugroho, G Nikijuluw, T. Rochadiani, & I. Wijaya, Trans.)*.

Rahmi. (2021). Sistem Pakar untuk Diagnosa Penyakit Persendian Menggunakan Metode Forward Chaining. *Galang Tanjung*, 2504, 1–9.

Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas). (2018). Laporan Riskesdas 2018 Nasional.pdf. In *Lembaga Penerbit Balitbangkes* (p. hal 156). https://repository.badankebijakan.kemkes.go.id/id/eprint/3514/1/Laporan_Riskesdas_2018_Nasional.pdf

Ahmad, A., Sirajuddin, H. K., & Rosihan. (2022). *Expert System for Diagnosis of Bone Disease*

Using Case-Basedreasoning Method. 1(1), 33–39. <https://doi.org/00.0000/jati>

Badan Pusat Statistik Provinsi Gorontalo. 2025. *Gorontalo Province in Figures 2025*. Website: <https://gorontalo.bps.go.id/id/publication/2025/02/28/ec5aa9aee0192d815b59828a/gorontalo-province-in-figures-2025.html>, diakses tanggal 30 April 2025.

World Health Organization. *Fragility Fractures* (25 September 2024). Website: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/fragility-fractures>, diakses tanggal 30 April 2025.

World Health Organization. *Musculoskeletal Conditions*. Website: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions>, diakses tanggal 30 April 2025.