

IMPLEMENTASI *FORWARD CHAINING* APLIKASI SISTEM PAKAR PENYAKIT TULANG DI RUMAH SAKIT BHAYANGKARA LEMDIKLAT POLRI

Mohamad Fadhilah Saputro^{1*}, Mufti²

^{1,2}Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur, Jakarta, Indonesia

Email: ^{1*}mohamadfs498@gmail.com , ²mufti@budiluhur.ac.id

(* : corresponding author)

Abstrak- Penyakit tulang merupakan suatu penyakit yang banyak pasiennya tidak menyadari sudah mengidap gejala-gejala penyakit tersebut. Penyakit tulang adalah kondisi yang merusak bagian kerangka dan membuat tulang lemah dan rentan terhadap patah tulang. Rumah sakit adalah suatu lembaga atau sarana kesehatan yang bertujuan untuk memberikan layanan kesehatan kepada pasien yang memerlukan, dengan mengutamakan upaya pencegahan, diagnosis, dan pengobatan berbagai macam penyakit dan gangguan kesehatan. RS Bhayangkara Lemdiklat Polri dapat memberikan pelayanan kepada pasiennya untuk melakukan pemeriksaan atau konsultasi pada penyakit tulang, karena keterbatasan dokter spesialis Ortopedi yang menangani penyakit tulang. Maka proses ini dianggap kurang efisien dan memerlukan banyak waktu, sementara para pasien menginginkan perawatan dan pemeriksaan segera. Maka dari itu dibutuhkan sebuah aplikasi sistem pakar untuk melakukan diagnosis penyakit tulang. Dengan aplikasi sistem pakar ini, pasien memiliki kesempatan untuk melakukan pemeriksaan sendiri terhadap keluhan dan gejala yang dialami sebelum mengunjungi dokter untuk konsultasi lebih lanjut. Aplikasi sistem pakar ini dibuat dengan menggunakan metode *forward chaining*. Metode *forward chaining* ini mengumpulkan informasi berdasarkan fakta-fakta yang diperoleh dan kemudian mencari solusi atau melakukan diagnosis berdasarkan informasi yang terkumpul. Dari hasil penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa aplikasi berupa sistem pakar ini dapat berjalan dengan memiliki 10 *rule* berdasarkan 10 penyakit yang dapat mendiagnosis penyakit pada tulang dan memberikan sebuah solusi. Dan untuk hasil pengujian terhadap aplikasi ini menunjukkan bahwa aplikasi ini dapat memberikan diagnosa yang akurat terhadap gejala penyakit tulang yang *diinput* oleh *user*.

Kata Kunci: penyakit tulang, sistem pakar, *forward chaining*

IMPLEMENTATION OF *FORWARD CHAINING* EXPERT SYSTEM APPLICATION FOR BONE DISEASES AT BHAYANGKARA LEMDIKLAT POLRI HOSPITAL

Abstract- Bone disease is a condition that many patients are unaware they are already experiencing symptoms of. Bone disease is a condition that damages the skeletal system and makes bones weak and susceptible to fractures. Hospital is an institution or health facility whose purpose is to provide healthcare services to patients in need, prioritizing efforts in prevention, diagnosis, and treatment of various diseases and health disorders. RS Bhayangkara Lemdiklat Polri can provide services to patients for examinations or consultations on bone diseases, due to the limited number of orthopedic specialists who handle bone diseases. Therefore, this process is considered inefficient and time-consuming, while patients want immediate care and examination. Hence, a expert system application is needed to diagnose bone diseases. With this expert system application, patients have the opportunity to conduct their own examination on complaints and symptoms experienced before consulting a doctor for further consultation. This expert system application is made using the *forward chaining* method. The *forward chaining* method gathers information based on obtained facts and then seeks solutions or diagnoses based on the collected information. From the results of this study, it can be concluded that this expert system application can function effectively by having 10 rules based on 10 bone diseases that can diagnose bone diseases and provide solutions. And the results of the testing for this expert system application for bone diseases indicate that the application is capable of providing accurate diagnoses based on the symptoms *inputted* by the user.

Keywords: bone diseases, expert system, *forward chaining*

1. PENDAHULUAN

Penyakit tulang adalah suatu kondisi yang dapat merusak struktur dan kekuatan kerangka, membuat tulang menjadi lemah dan rentan terhadap patah tulang. RS Bhayangkara Lemdiklat Polri dapat memberikan pelayanan kepada pasiennya untuk melakukan pemeriksaan atau konsultasi pada penyakit tulang, karena keterbatasan dokter spesialis Ortopedi yang menangani penyakit tulang. Maka proses ini dianggap kurang efisien dan memerlukan banyak waktu, sementara para pasien menginginkan perawatan dan pemeriksaan segera. Maka dari itu dibutuhkan sebuah aplikasi sistem pakar untuk melakukan diagnosis penyakit tulang. Dengan aplikasi sistem pakar ini, pasien memiliki kesempatan untuk melakukan pemeriksaan sendiri terhadap keluhan dan gejala yang dialami sebelum mengunjungi dokter untuk konsultasi lebih lanjut. Aplikasi sistem pakar ini dibuat dengan menggunakan metode *forward chaining*.

Metode *forward chaining* dalam aplikasi sistem pakar mengumpulkan informasi berdasarkan fakta-fakta yang diperoleh dan kemudian mencari solusi atau melakukan diagnosa berdasarkan informasi yang sudah terkumpul. Melalui penelitian ini, tujuan utamanya adalah untuk mengembangkan sebuah aplikasi sistem pakar yang dapat mendiagnosis penyakit tulang. Sistem pakar ini memiliki 10 atau aturan berdasarkan 10 jenis penyakit tulang yang umum terjadi.

Dalam latar belakang penelitian ini, diharapkan dapat disimpulkan bahwa dengan penggunaan sistem pakar dengan metode *forward chaining*, diagnosa penyakit tulang dapat dilakukan secara efisien dan efektif. Aplikasi sistem pakar ini akan memberikan solusi dan informasi yang relevan mengenai penyakit, dan gejala. Penelitian ini akan mengisi kekurangan penelitian yang sebelumnya dengan fokus pada penyakit tulang yang lebih spesifik. Dengan adanya aplikasi sistem pakar ini, diharapkan dapat membantu masyarakat dalam mendiagnosis penyakit tulang secara lebih efektif.

Dalam ilmu komputer terdapat bidang studi yang disebut kecerdasan buatan, yang mempelajari tentang teknologi informasi yang mampu meniru, mengingat, dan memanfaatkan kemampuan berfikir manusia untuk menentukan keputusan[1]. Kecerdasan buatan adalah bidang studi, aplikasi, dan instruksi yang bergantung pada pemrograman komputer untuk menyelesaikan tugas yang dipercayai manusia sebagai hal yang cerdas[2].

Sistem pakar adalah perangkat lunak yang menggunakan pengetahuan dan keterampilan dari satu atau lebih pakar untuk mencapai tingkat kinerja yang tinggi dalam suatu bidang tertentu. Dalam hal ini, sistem ini menawarkan beberapa keuntungan dibandingkan dengan penggunaan pakar manusia[3]. Sistem pakar adalah sistem yang dirancang untuk mengadopsi pemikiran pakar dalam menyelesaikan masalah. Sistem ini diilhami oleh masalah yang terjadi di lapangan dan dapat membantu pengguna non-pakar dalam menyelesaikan masalah sesuai dengan keahlian pakar di bidang tersebut[4].

Seseorang yang disebut sebagai pakar adalah individu yang telah memiliki pengetahuan dan keterampilan khusus dalam menangani masalah tertentu, seperti ahli dokter, petani, ahli mesin, dan sebagainya. Sistem pakar sendiri merupakan salah satu dimensi dari *Artificial Intelligence* (AI)[5].

Forward chaining algorithm adalah salah satu dari dua metode utama yang digunakan dalam proses penalaran (*reasoning*) ketika menggunakan mesin pengambil keputusan atau *inference engine*. Dalam penjelasan yang lebih sederhana, algoritma ini merupakan penerapan modus *ponens* berulang kali, dengan seluruh aturan *inference* dan argumen yang *valid* digabungkan[6]. *Forward chaining* juga dapat disebut sebagai suatu bentuk penalaran yang dimulai dari level bawah menuju ke level atas. Hal ini dikarenakan penalaran dimulai dari fakta-fakta pada level terbawah dan dengan terus menggabungkan fakta baru, kesimpulan pada level teratas dapat dicapai. Proses penalaran dilakukan dengan mempertimbangkan setiap fakta yang tersedia dan kemudian menyusunnya sehingga dapat mencapai kesimpulan yang *valid*[7].

Suatu sistem yang dibentuk untuk mengorganisir, menyimpan, dan mengambil data dengan mudah disebut sebagai *database*. *Database* terdiri dari kumpulan data yang telah teratur untuk digunakan oleh satu atau lebih pengguna, yang tersedia dalam format digital. Untuk mengelola *database* digital tersebut, digunakanlah *Database Management System* (DBMS), yang berfungsi untuk menyimpan isi dari *database*, memberikan kemampuan untuk membuat dan memperbarui data, serta memfasilitasi pencarian dan akses ke data[8].

Inferensi adalah sebuah langkah proses yang digunakan untuk menghasilkan informasi baru melalui deduksi dari fakta yang telah diketahui atau diperkirakan. Secara khusus, inferensi melibatkan konklusi logis atau implikasi yang dibuat berdasarkan pada informasi yang ada. Oleh karena itu, inferensi merupakan suatu proses yang sangat bergantung pada data atau informasi yang tersedia dalam membangun kesimpulan yang tepat[9].

Metode *Certainty Factor* adalah salah satu teknik yang digunakan dalam sistem pakar untuk menentukan diagnosa. Metode ini melibatkan penilaian seorang pakar terhadap gejala-gejala yang terkait dengan masalah tertentu, diikuti dengan perhitungan tingkat keyakinan pada hasil akhir diagnosa. Dengan demikian, metode ini dapat merepresentasikan tingkat keyakinan seorang pakar dalam memberikan solusi atau diagnosis untuk suatu

permasalahan yang sedang dihadapi. Metode *Certainty Factor* sendiri memperhitungkan bobot keyakinan pada setiap tahap prosesnya sehingga dapat menghasilkan analisis yang akurat dan dapat diandalkan[10].

2. METODE PENELITIAN

2.1 Data Hasil Penelitian

Berikut adalah data hasil wawancara oleh seorang pakar tulang di Rumah Sakit Bhayangkara Lemdiklat Polri. Dapat dilihat pada tabel 1 yang berisi data penyakit beserta gejala-gejalanya pada penyakit tersebut.

Tabel 1. Tabel Data Hasil Penelitian

	Nama Penyakit	Gejala Penyakit
1	Osteosarcoma	<ul style="list-style-type: none"> a. Nyeri pada tulang/sendai b. Usia <25tahun c. Terjadi Pembengkakan/benjolan didaerah yang terasa panas dan sakit d. Muncul gejala meradang, berat badan menurun, lelah, dan kemampuan beraktivitas menurun e. Pembengkakan/benjolan makin lama makin besar f. Ada riwayat pernah jatuh sebelumnya g. Pembengkakan/benjolan membuat keterbatasan gerak yang menimbulkan sakit h. Terasa panas didaerah sakit
2	Osteochondroma	<ul style="list-style-type: none"> a. Nyeri pada tulang/sendai b. Ada benjolan di tulang lutut/paha/tulang lengan atas c. Benjolan terasa keras dan tidak nyeri d. Nyeri pada benjolannya ketika kelelahan
3	Osteomielitis	<ul style="list-style-type: none"> a. Nyeri pada tulang/sendai b. Sendi berwarna kemerahan c. Mengalami pembengkakan d. Mengalami demam e. Nyeri jika dipegang atau diraba f. Ada riwayat infeksi/luka sebelumnya g. Pada bagian yang sakit berair (bernanah, dan bau busuk)
4	Osteoporosis	<ul style="list-style-type: none"> a. Nyeri pada tulang/sendai b. Lansia/usia >50 tahun c. Mengalami menopause d. Adanya kecenderungan tinggi badan f. Nyeri pada pergelangan tangan dan h. Postur tubuh memendek/membungkuk i. Nyeri di tulang belakang/punggung

- j. Nyeri lengan sampai tangan bahkan
 - k. kesemutan jari-jemari
-
- a. Nyeri pada tulang/sendi
 - b. Lansia/usia>50tahun
 - c. Adanya nyeri dan rasa sakit pada tulang
 - d. leher
 - e. Rasa terbakar dileher, terutama pada
 - f. malam hari
- 5 Spondylosis Cervical**
- g. Nyeri menjalar sekitar telinga dan mata
 - h. Nyeri kepala terkadang disertai migraine dan vertigo
 - i. Nyeri pundak bahu terasa mencengkram terkadang sampai dada
 - j. Nyeri terasa seperti sengatan listrik ditangan dan kaki
-
- a. Nyeri pada tulang/sendi
 - b. Nyeri yang menjalar didaerah pinggang dan paha
 - d. Mengalami kelemahan otot sehingga sulit untuk berjalan, membawa, meraih sesuatu, atau berpegangan
- 6 Osteomalacia**
- e. Mengalami pembengkokan pada tulang (bentuk X dan O)
 - f. Mati rasa disekitar mulut
-
- a. Nyeri pada tulang/sendi
 - b. Nyeri pada punggung bagian bawah
 - c. (pinggang)
 - d. Sangat nyeri pada punggung bagian bawah (pinggang) setelah membungkuk dan mengangkat
- 7 Low Back Pain**
- f. Nyeri disaat duduk lama
 - g. Nyeri disaat berjalan dan berdiri
 - h. Nyeri didaerah pinggang yang menjalar sampai kebagian paha, lutut, betis, dan telapak kaki
 - i. Kaki sering kesemutan
 - j. Ada riwayat pernah jatuh terduduk
-
- a. Setelah mengalami flu maka leher akan terasa sakit dan kaku
 - b. Ngilu-linu saat kepala diputar
 - c. Nyeri pada leher yang menjalar sampai bagian bahu dan lengan
- 8 Brachialgia**

- d. Rasa kaku pada punggung bawah
 - e. Nyeri yang menjalar atau seperti rasa kesetrum sampai betis dan kaki
-
- a. Nyeri pada tulang/sendi
 - b. Setelah mengalami flu maka leher akan terasa sakit dan kaku
 - c. Nyeri dibagian tangan yang biasa timbul malam atau pagi hari
 - d. Rasa kebas dan kesemutan pada jari tangan
 - e. Terkadang merasakan nyeri yang menjalar sampai lengan atas dan leher
 - f. Gerakan jari sangat terbatas, misal ketika menyulam atau mengambil benda kecil
 - g. Otot pada telapak tangan mengecil dan semakin lama semakin menciut
-
- a. Nyeri pada bagian jari tangan
 - b. Jari terasa kaku dengan bunyi "klek" saat diluruskan
 - c. Jari yang berada diposisi bengkok tidak bisa diluruskan kembali, kecuali dengan
 - d. Terdapat benjolan ditelapak tangan dipangkal jari yang terkena

9 **CTS (Carpal Tunnel Syndrome)**

10 **Trigger Finger**

2.2 Tahapan Pengujian

Pada tahapan pengujian ini terdiri dari kasus dan target yang harus dicapai. Tujuan dari tahapan pengujian ini untuk memastikan bahwa kinerja aplikasi ini optimal dan sesuai dengan kebutuhan. Berikut merupakan tahapan pengujiannya yang dilakukan pada aplikasi sistem pakar ini pada tabel 2.

Tabel 2. Tabel Pengujian

No	Kasus	Target yang ingin dicapai
1	Tampilan <i>Dashboard</i>	Bisa menampilkan tampilan <i>dashboard</i>
2	Tampilan <i>Regist</i> Pasien	Bisa menginput data pasien
3	Tampilan Proses Diagnosa	Bisa melakukan proses diagnosa hingga menampilkan data hasil diagnosa
4	Menu <i>Login</i>	Bisa melakukan proses login hingga masuk ke halaman <i>dashboard</i> admin
5	Tampilan <i>Dashboard</i> admin	Bisa menampilkan halaman <i>dashboard</i> admin
6	Tampilan Daftar Penyakit	Bisa menampilkan halaman yang berisi data pada tabel penyakit
7	Menu Tambah Penyakit	Bisa melakukan proses menambah data pada tabel penyakit
8	Menu Ubah Penyakit	Bisa mengubah data penyakit
9	Menu Hapus Penyakit	Bisa menghapus menghapus data penyakit
10	Tampilan Daftar Gejala	Bisa menampilkan halaman data pada tabel gejala
11	Menu Tambah Gejala	Bisa melakukan penambahan data pada tabel gejala
12	Menu Ubah Gejala	Bisa mengubah data gejala
13	Menu Hapus Penyakit	Bisa menghapus data gejala

14	Halaman Daftar <i>Rule</i>	Bisa menampilkan halaman yang berisi data pada tabel <i>rule</i>
15	Menu Tambah <i>Rule</i>	Bisa menambah data pada tabel <i>rule</i>
16	Menu Hapus <i>Rule</i>	Bisa menghapus data <i>rule</i>
17	Halaman Daftar Pasien	Bisa menampilkan halaman yang berisi data pada tabel pasien
18	Menu Hapus Pasien	Bisa menghapus data pasien
19	Menu <i>Logout</i>	Bisa melakukan proses <i>logout</i>

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penerapan Metode

3.1.1. Basis Pengetahuan

Basis Pengetahuan adalah kumpulan informasi atau pengetahuan yang dimiliki oleh seorang pakar, yang diperoleh melalui wawancara dengan pakar. Dalam hal ini, sistem pakar didesain untuk dapat mendeteksi 10 jenis penyakit tulang dan gejala-gejalanya dengan memanfaatkan pengetahuan yang tersimpan dalam Basis Pengetahuan. Dengan menggunakan informasi yang diperoleh dari pakar dalam Basis Pengetahuan ini, sistem pakar diharapkan mampu memberikan analisis dan diagnosa yang akurat untuk dapat membantu dalam penanganan penyakit tulang. Berikut merupakan kode dan penyakit pada tabel 3 serta kode dan gejala pada tabel 4.

Tabel 3. Tabel Penyakit

Kode Penyakit	Nama Penyakit
P001	Osteosarcoma
P002	Osteochondroma
P003	Osteomyelitis
P004	Osteoporosis
P005	Spondylosis Cervical
P006	Osteomalacia
P007	Low Back Pain
P008	Brachialgia
P009	CTS (Carpal Tunnel Syndrome)
P010	Trigger Finger

Tabel 4. Tabel Gejala

Kode Gejala	Nama Gejala
G001	Nyeri pada tulang/sendi
G002	Nyeri pada bagian jari tangan
G003	Setelah mengalami flu maka leher akan terasa sakit dan kaku
G004	Lansia/usia >50 tahun
G005	Usia <25 tahun
G006	Kaki sering kesemutan
G007	Muncul gejala meradang, berat badan turun, lelah, dan kemampuan beraktivitas menurun
G008	Mengalami demam
G009	Ada riwayat pernah jatuh sebelumnya
G010	Pembengkakan/benjolan membuat membuat keterbatasan gerak yang menimbulkan sakit
G011	Terasa panas di daerah sakit
...	...

G053	Jari terasa kaku dengan bunyi "klek" saat diluruskan
G054	Terkadang merasakan nyeri yang menjalar sampai lengan atas dan leher
G055	Terdapat benjolan ditelapak tangan dipangkal jari yang terkena

3.1.2. Basis Aturan

Basis Aturan adalah kumpulan aturan atau *rule* dalam sistem pakar yang digunakan untuk mendeteksi dan memberikan keputusan. Basis Aturan ini dirancang dengan membuat aturan yang setara dengan jumlah penyakit, yaitu 10 aturan, dan didasarkan pada 55 gejala yang terkait dengan setiap penyakit. Aturan yang terdapat dalam Basis Aturan ini sangat penting, karena aturan ini digunakan untuk membantu sistem pakar dalam memberikan diagnosa yang akurat dan tepat waktu untuk setiap jenis penyakit tulang. Oleh karena itu, Basis Aturan menjadi salah satu komponen utama dalam pengembangan sistem pakar dan menjadi kunci dalam mencapai tujuan sistem pakar untuk membantu manusia dalam mengambil keputusan. Pada tabel 5 Ini merupakan tabel aturan.

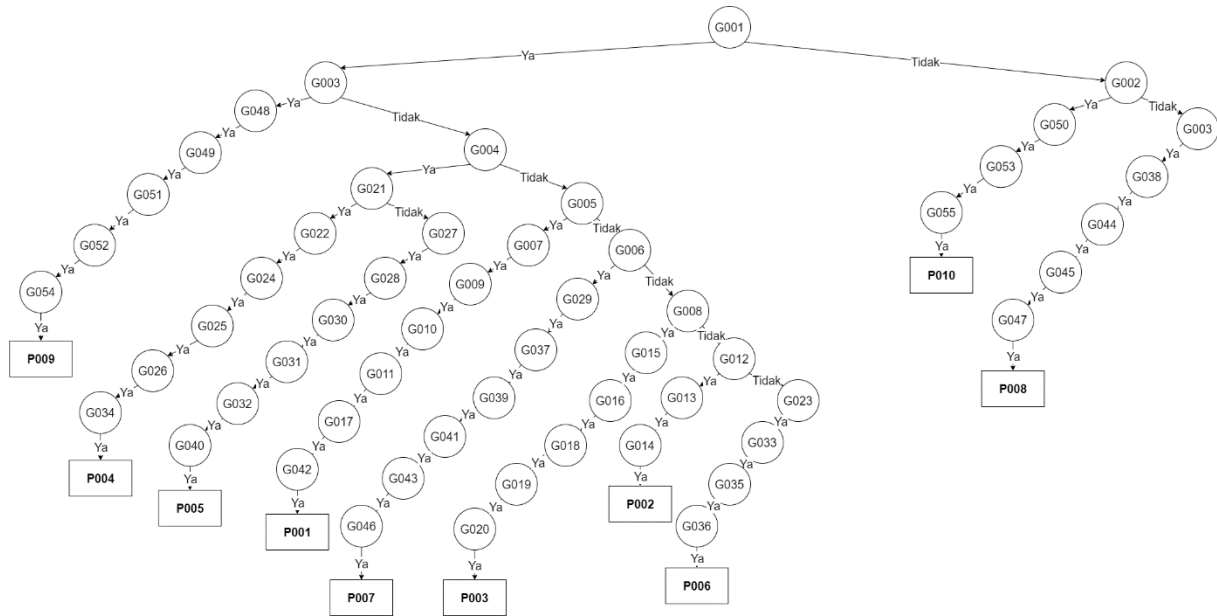
Tabel 5. Tabel Aturan

No	
1	IF Nyeri pada tulang/sendai (G001) AND Usia <25 tahun (G005) ... AND Terasa panas didaerah sakit (G011) AND Pembengkakan/benjolan makin lama makin besar (G017) AND Terjadi pembengkakan/benjolan didaerah yang terasa panas dan sakit (G042) THEN Osteosarcoma (P001)
2	IF Nyeri pada tulang/sendai (G001) AND Ada benjolan di tulang lutut/paha/tulang lengan atas (G012) AND Benjolan terasa keras dan tidak nyeri (G013) AND Nyeri pada benjolannya ketika kelelahan (G014) THEN Osteochondroma (P002)
3	IF Nyeri pada tulang/sendai (G001) AND Mengalami demam (G008) ... AND Ada riwayat infeksi/luka sebelumnya (G019) AND Pada bagian yang sakit berair(bernanah, bau busuk) (G020) THEN Osteomielitis (P003)
4	IF Nyeri pada tulang/sendai (G001) AND Lansia/usia >50 tahun (G004) AND Mengalami menopause (G021) ... AND Nyeri lengan sampai tangan bahkan kesemutan jari-jemari (G026) AND Nyeri pada pergelangan tangan dan pangkal paha (G034) THEN Osteoporosis (P004)
5	IF Nyeri pada tulang/sendai (G001) AND Lansia/usia >50 tahun (G004) AND Adanya nyeri dan rasa sakit pada tulang leher (G027) ... AND Nyeri terasa seperti sengatan listrik ditangan dan kaki (G032) AND Nyeri menjalar sekitar telinga dan mata (G040) THEN Spondylosis Cervical (P005)

- 6 IF Nyeri pada tulang/sendi (G001)
AND Mengalami kelemahan otot sehingga sulit untuk berjalan, membawa, meraih sesuatu, atau berpegangan (G023)
AND Nyeri yang menjalar didaerah tangan/pinggang/paha (G033)
AND Mengalami pembengkokan pada tulang (Bentuk X dan O) (G035)
AND Mati rasa disekitar mulut (G036)
THEN Osteomalacia (P006)
 - 7 IF Nyeri pada tulang/sendi (G001)
AND Kaki sering kesemutan (G006)
AND Nyeri disaat berjalan dan berdiri (G029)
...
AND Ada riwayat pernah jatuh terduduk (G043)
AND Sangat nyeri pada punggung bagian bawah (pinggang) setelah membungkuk dan mengangkat (G046)
THEN Low Back Pain (Nyeri punggung bawah) (P007)
 - 8 IF Setelah mengalami flu maka leher akan terasa sakit dan kaku (G003)
AND Rasa kaku pada punggung bawah (G038)
AND Ngilu-linu saat kepala diputar (G044)
AND Nyeri pada leher yang menjalar sampai bagian bahu dan lengan (G045)
AND Nyeri yang menjalar atau seperti rasa kesetrum sampai betis dan kaki (G047)
THEN Brachialgia (P008)
 - 9 IF Nyeri pada tulang/sendi (G001)
AND Setelah mengalami flu maka leher akan terasa sakit dan kaku (G003)
AND Nyeri dibagian tangan yang biasa timbul malam atau pagi hari (G048)
...
AND Otot pada telapak tangan mengecil dan semakin lama semakin (G052)
AND Terkadang merasakan nyeri yang menjalar sampai lengan atas dan leher (G054)
THEN CTS (Carpal Tunnel Syndrome) (P009)
 - 10 IF Nyeri pada bagian jari tangan (G002)
AND Jari yang berada diposisi bengkok tidak bisa diluruskan (G050)
AND Jari terasa kaku dengan bunyi "klek" saat diluruskan (G053)
AND Terdapat benjolan ditelapak tangan dipangkal jari yang terkena (G055)
THEN Trigger Finger (P010)
-

3.1.3. Pohon Keputusan

Tahap selanjutnya setelah membuat Basis Pengetahuan dan Basis *Rule* adalah membuat Decision Tree dengan menggunakan metode inferensi *forward chaining*. Decision Tree ini digunakan untuk memudahkan dalam melakukan penelusuran dan mendapatkan kesimpulan akhir berdasarkan gejala-gejala yang terdeteksi. Decision Tree ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini dan akan membantu dalam memberikan hasil diagnosa yang akurat dan tepat waktu terhadap keluhan yang dialami oleh pasien. Dengan adanya Decision Tree ini, proses diagnosa akan lebih efisien dan lebih mudah dilakukan oleh sistem pakar, sehingga memberikan dampak positif dalam memberikan pelayanan kesehatan kepada masyarakat. Berikut merupakan pohon keputusan aplikasi sistem pakar ini dan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Pohon Keputusan

3.2. Pengujian Aplikasi

Dalam tahap pengujian aplikasi sistem pakar ini untuk diagnosis penyakit tulang, berbagai pengujian dilakukan untuk memperoleh hasil yang diinginkan. Pengujian ini meliputi berbagai aspek, termasuk uji coba fungsionalitas aplikasi, keamanan dan privasi data, tingkat akurasi dalam diagnosa, serta responsifitas dan performa aplikasi secara keseluruhan. Proses pengujian ini dilakukan untuk memastikan aplikasi dapat berjalan dengan baik dan memberikan hasil yang tepat dalam mendiagnosis penyakit tulang. Pada tabel 6 merupakan hasil dari pengujian aplikasi sistem pakar ini.

Tabel 6. Tabel Pengujian Aplikasi

No	Kasus	Target yang ingin dicapai	Kesimpulan
1	Tampilan <i>Dashboard</i>	Bisa menampilkan tampilan <i>dashboard</i>	Berhasil
2	Tampilan <i>Regist</i> Pasien	Bisa menginput data pasien	Berhasil
3	Tampilan Proses Diagnosa	Bisa melakukan proses diagnosa hingga menampilkan data hasil diagnosa	Berhasil
4	Menu <i>Login</i>	Bisa melakukan proses login hingga masuk ke halaman <i>dashboard</i> admin	Berhasil
5	Tampilan <i>Dashboard</i> admin	Bisa menampilkan halaman <i>dashboard</i> admin	Berhasil
6	Tampilan Daftar Penyakit	Bisa menampilkan halaman yang berisi data pada tabel penyakit	Berhasil
7	Menu Tambah Penyakit	Bisa melakukan proses menambah data pada tabel penyakit	Berhasil
8	Menu Ubah Penyakit	Bisa mengubah data penyakit	Berhasil
9	Menu Hapus Penyakit	Bisa menghapus menghapus data penyakit	Berhasil
10	Tampilan Daftar Gejala	Bisa menampilkan halaman data pada tabel gejala	Berhasil
11	Menu Tambah Gejala	Bisa melakukan penambahan data pada tabel gejala Berhasil	Berhasil
12	Menu Ubah Gejala	Bisa mengubah data gejala	Berhasil
13	Menu Hapus Penyakit	Bisa menghapus data gejala	Berhasil
14	Halaman Daftar <i>Rule</i>	Bisa menampilkan halaman yang berisi data pada tabel <i>rule</i>	Berhasil

15	Menu Tambah <i>Rule</i>	Bisa menambah data pada tabel <i>rule</i>	Berhasil
16	Menu Hapus <i>Rule</i>	Bisa menghapus data <i>rule</i>	Berhasil
17	Halaman Daftar Pasien	Bisa menampilkan halaman yang berisi data pada tabel pasien	Berhasil
18	Menu Hapus Pasien	Bisa menghapus data pasien	Berhasil
19	Menu <i>Logout</i>	Bisa melakukan proses <i>logout</i>	Berhasil

4. KESIMPULAN

Berikut yang dapat disimpulkan bahwa implementasi sistem pakar dengan metode *forward chaining* telah berhasil dilakukan dan berfungsi dengan baik dalam memberikan diagnosa penyakit pada tulang secara efisien dan efektif. Sistem ini memberikan informasi yang lengkap tentang penyakit, gejala, solusi, dan informasi seputar penyakit tersebut. Penerapan sistem pakar diagnosa penyakit tulang ini memberikan banyak manfaat bagi masyarakat dalam mendiagnosis penyakit tulang yang dialami oleh pasien.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. O. P. Dewi, "Kecerdasan Buatan sebagai Konsep Baru pada Perpustakaan," *Anuva J. Kaji. Budaya, Perpustakaan, dan Inf.*, vol. 4, no. 4, pp. 453–460, 2020, doi: 10.14710/anuva.4.4.453-460.
- [2] J. D. Susatyono, *KECERDASAN BUATAN, Kajian Konsep dan Penerapan*. 2021. [Online]. Available: <https://penerbit.stekom.ac.id/index.php/yayasanpat/article/view/218%0Ahttps://penerbit.stekom.ac.id/index.php/yayasanpat/article/download/218/244>
- [3] H. Fahmi, "Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Mata Katarak Dengan Metode *Certainty Factor* Berbasis Web," *Matics*, vol. 11, no. 1, p. 27, 2019, doi: 10.18860/mat.v11i1.7673.
- [4] R. Noviardi, "Sistem Pakar Berbasis Web Menggunakan Metode *Forward chaining* Dalam Menganalisa Kerusakan Mesin Fotokopi Dan Penanggulangannya (Study Kasus Di Q-El Copier Service Center and Distributor)," *JURTEKSI (Jurnal Teknol. dan Sist. Informasi)*, vol. 6, no. 2, pp. 163–172, 2020, doi: 10.33330/jurteksi.v6i2.548.
- [5] E. D. Sikumbang and M. Mailasari, "Metode *Forward chaining* Dalam Sistem Pakar Gangguan Pernapasan Manusia Berbasis Web," *Inf. Manag. Educ. Prof.*, vol. 3, no. 2, pp. 107–118, 2019.
- [6] N. Rubiati *et al.*, "SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT MATA MENGGUNAKAN METODE *FORWARD CHAINING*," *Lentera Dumai*, vol. 12, no. 2, pp. 57–69, 2021.
- [7] B. P. Putra, Y. Yunus, and Sumijan, "Sistem Pakar dalam Mendiagnosis Penyakit Mata dengan Menggunakan Metode *Forward chaining*," *J. Inf. dan Teknol.*, vol. 3, pp. 128–133, 2021, doi: 10.37034/jidt.v3i3.122.
- [8] R. F. Ramadhan and R. Mukhaiyar, "Penggunaan Database Mysql dengan Interface PhpMyAdmin sebagai Pengontrolan Smarhome Berbasis Raspberry Pi," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 1, no. 2, pp. 129–134, 2020, doi: 10.24036/jtein.v1i2.55.
- [9] S. Hardianti, A. Tenriawaru, and N. Ransi, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Menular Pada Anak Menggunakan Metode *Forward chaining* dan Backward Chaining," *Just TI (Jurnal Sains Terap. Teknol. Informasi)*, vol. 13, no. 2, p. 111, 2021, doi: 10.46964/justti.v13i2.625.
- [10] S. F. Santoso, H. A. Anamsyah, and W. S. J. Saputra, "Sistem Pendeteksi Penyakit Penglihatan Rabun Jauh Pada Mata Menggunakan Metode *Certainty Factor*," *J. Ilmu Komput. dan Sist. Inf.*, vol. XVII, pp. 30–34, 2022.