

# SISTEM PAKAR UNTUK MENDIAGNOSIS PENYAKIT TULANG, SENDI, DAN OTOT (TSO) PADA MANUSIA BERBASIS WEB

## WEB-BASED EXPERT SYSTEM FOR DIAGNOSING BONES, JOINTS AND MUSCLES DISEASES

Oleh:

Denanda Rifki Herfian <sup>1)</sup>, Kuswari Hernawati <sup>2)</sup>

Program Studi Matematika, Jurusan Pendidikan Matematika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta

[denanda.herfian@gmail.com](mailto:denanda.herfian@gmail.com) <sup>1)</sup>, [kuswari@uny.ac.id](mailto:kuswari@uny.ac.id) <sup>2)</sup>

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem pakar diagnosis penyakit tulang, sendi, dan otot (TSO) pada manusia berbasis web untuk membantu mendiagnosis penyakit TSO berdasarkan gejala yang dirasakan penderita. Sistem pakar dikembangkan dengan bahasa pemrograman PHP dan basis data My SQL dengan menggunakan model *waterfall* (analisis sistem, perancangan sistem, implementasi sistem, dan pengujian). Mesin inferensi menggunakan metode *forward chaining* dengan penentuan kepastian menggunakan *certainty factor*. Pengguna sistem pakar dibedakan sebagai pasien, pakar, dan admin. Prosedur di dalam sistem pakar meliputi pengolahan: data *user*, data pakar, dan diagnosis penyakit. Berdasarkan hasil pengujian sistem dengan menggunakan faktor *Mccall* oleh ahli komputer dan pengguna, sistem yang dikembangkan layak untuk digunakan. **Kata Kunci** : Sistem pakar, penyakit tulang, sendi, dan otot, web

### Abstract

*This research aimed to develop a web-based expert system for diagnosing bones, joints, and muscles (TSO) diseases that helped patients to diagnose TSO diseases using symptoms that patient felt. This expert system was developed with PHP and My SQL database that was designed using waterfall model (system analysis, system design, system implementation, and testing). Inference engine used forward chaining method and certainty factor method to determine the certainty value. Users in this expert system divided into patients, experts, and admin. Procedures in this expert system were data user processing, data expert processing, and disease diagnosis processing. Based on the system testing result using Mccall factor by computer expert and users obtained the result is system eligible to use.*

*Keywords: expert system, bones, joints, and muscles diseases, website*

## PENDAHULUAN

Penyakit tulang, sendi, dan otot (TSO) kebanyakan terjadi di negara berkembang termasuk di Indonesia. Penyakit yang sering dikeluhkan adalah *osteoporosis* atau pengeroposan tulang. Menurut perhimpunan *osteoporosis* Indonesia dalam infodatin kemenkes RI (2015) bahwa proporsi penduduk Indonesia di atas 50 tahun terkena *osteoporosis* adalah sebesar 32,3% pada wanita dan 28,8% pada pria. Selain *osteoporosis* ada beberapa penyakit lain yang beresiko besar menyerang tulang, sendi, dan otot manusia, seperti: fraktur tulang, *osteoarthritis*, *osteomalacia*, *arthritis gout*, *polimiositis*, dan *osteomielitis*. Tingginya frekuensi kejadian dari penyakit yang menyerang tulang, sendi, dan otot pada masyarakat khususnya masyarakat Indonesia disebabkan keadaan dan perilaku dari masyarakat seperti stres, pola makan yang salah, kekurangan

konsumsi makanan yang sehat dan seimbang, kurangnya kegiatan fisik maupun gaya hidup yang tidak sehat seperti rokok dan minum alkohol yang berlebihan. Penyebab penyakit TSO selain keadaan dan perilaku masyarakat juga karena ketidaktahuan dan kurangnya pengetahuan tentang penyakit tersebut.

Kendala dalam diagnosis penyakit tulang, sendi, dan otot (TSO) yang sering dialami masyarakat diantaranya: jarak rumah sakit yang jauh, dokter ahli tulang yang sedikit, dan berbagai kesibukan serta mahalnya biaya konsultasi dengan dokter menjadikan seseorang malas ke dokter.

Kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) merupakan salah satu cabang ilmu komputer yang membuat agar mesin (komputer) dapat melakukan pekerjaan seperti dan sebaik manusia (Sri Kusumadewi, 2003: 1). Kecerdasan buatan

memiliki beberapa lingkup utama, antara lain: sistem pakar, pengolahan bahasa alami, pengenalan ucapan, robotika dan sensor sistem, *computer vision*, *game playing*, dan *intelligent couter-aided instruction*. Salah satu cabang dari kecerdasan buatan yang banyak dikembangkan adalah sistem pakar. Sistem pakar adalah sistem yang berusaha mengadopsi pengetahuan manusia ke kompoter, agar komputer dapat menyelesaikan suatu permasalahan tertentu seperti yang biasa dilakukan oleh para ahli (Sri Kusumadewi, 2003: 109).

Sudah banyak penelitian yang menggunakan sistem pakar untuk menyelesaikan permasalahan diagnosis antara lain untuk mendiagnosis penyakit gigi, penyakit kusta, penyakit THT (Telinga, Hidung, dan Tenggorokan), dan penyakit pada sistem pencernaan. Salah satu penelitian yang menjadi acuan adalah penelitian yang dilakukan oleh Ridwan Yudi P pada tahun 2008 dengan judul Sistem Pakar Berbasis Web untuk Mendiagnosis Penyakit Gigi. Pada penelitian tersebut dibahas tentang perancangan sistem pakar berbasis web untuk mendiagnosis penyakit gigi berdasarkan gejala yang dirasakan pasien dengan metode *forward chaining* Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan tersebut sistem pakar memiliki kemampuan yang baik untuk menyelesaikan permasalahan diagnosis penyakit, untuk itu tepat dikembangkan sistem pakar diagnosis penyakit TSO manusia berbasis web. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan sistem pakar yang diharapkan dapat membantu masyarakat melakukan diagnosis penyakit TSO berdasarkan gejala penyakit yang dirasakan sehingga dapat menindaklanjuti dengan tindakan yang tepat.

## LANDASAN TEORI

### Penyakit Tulang, Sendi, Dan Otot (Tso)

Ada berbagai macam penyakit tulang, sendi, dan otot (TSO) pada manusia beberapa penyakit tersebut antara lain: fraktur tertutup, fraktur terbuka, *osteoporosis*, *osteoarthritis*, *osteomalacia*, *osteomielitis*, *polimialgia reumatik*, *arthritis gout*, *arthritis reumatoid*, dislokasi sendi, *tetanus*, dan *polio*.

Fraktur adalah terputusnya kontinuitas tulang, tulang rawan sendi, tulang rawan epifisis baik yang bersifat total maupun parsial. Fraktur tertutup adalah suatu fraktur yang tidak mempunyai hubungan dengan dunia luar

sehingga pada fraktur tertutup tidak terdapat luka luar. Fraktur tertutup biasanya terjadi pada pasien yang memiliki riwayat trauma seperti terjatuh atau pernah mengalami kecelakaan. Biasanya gejala yang dikeluhkan pasien adalah nyeri pada tulang dan sulit digerakkan serta terjadi pembengkakan (Kementrian Kesehatan, 2014).

Fraktur terbuka adalah suatu fraktur dimana terjadi hubungan dengan lingkungan luar melalui kulit sehingga ada kemungkinan terjadi kontaminasi bakteri yang dapat menimbulkan komplikasi berupa infeksi. Pada fraktur terbuka biasanya juga ikut terjadi pendarahan, tulang yang patah juga ikut terlihat menonjol keluar dari permukaan kulit, namun tidak semua fraktur terbuka membuat tulang terlihat menonjol keluar (Faswita Wirda, 2016).

*Osteoporosis* adalah kelainan dimana terdapat reduksi atau penurunan massa total tulang. Kecepatan resorpsi tulang lebih cepat dari pembentukan tulang. Tulang menjadi keropos seara progresif, rapuh, mudah patah. Biasanya *Osteoporosis* terjadi pada orang yang berusia di atas 35 tahun dan resiko wanita terserang osteoporosis lebih tinggi daripada pria (Kanis John A, 1994).

Penyakit sendi degeneratif yang berkaitan dengan kerusakan kartilago sendi Secara simtomatis penyakit sendi degeneratif terjadi pada usia 50-70, diantara yang menderita termuda ialah pada usia 20 tahun (Kementrian Kesehatan, 2014). Faktor yang dihubungkan dengan kejadian OA adalah penuaan, trauma sebelumnya, kecenderungan genetik, dan obesitas (Lukman Zulkifli Amin, 2015).

*Osteomielitis* adalah suatu bentuk infeksi tulang yang menyebabkan kerusakan dan pembentukan tulang baru. Ada beberapa mekanisme infeksi yang dapat menyebabkan *osteomielitis* antara lain: infeksi (misalnya. setelah trauma, operasi, atau penyisipan sendi prostetik), insufisiensi vaskular (misal: pada diabetes mellitus atau gangguan pembuluh darah perifer), dan penyebaran hematogen dari infeksi, misalnya diosteomielitis vertebral pada anak-anak (Gunawan, 2010).

*Polymyalgia rheumatica* (PMR) adalah suatu sindrom klinis dengan etiologi yang tidak diketahui yang mempengaruhi individu usia lanjut. Kebanyakan pasien selalu lebih tua dari 50 tahun. Gejala-gejala yang dialami pasien biasanya nyeri dan kekakuan leher, bahu dan pinggul. Kekakuan pada pasien biasanya akan menyebabkan pasien mengalami kesulitan

bangkit dari kursi, berbalik di tempat tidur, atau mengangkat tangan mereka di atas bahu tinggi (Carlos Alvarani M.D., 2002).

*Gout* atau *arthritis gout* adalah suatu kelainan metabolik yang mana laki-laki delapan sampai sembilan kali lebih sering terkena daripada wanita. *Gout* terjadi sebagai akibat dari *hyperuricemia* yang berlangsung lama (asam urat serum meningkat) disebabkan oleh karena penumpukan purin atau rekresi asam urat yang kurang dari ginjal. Faktor resiko penyakit *Gout* antara lain: konsumsi alkohol, daging merah dan makanan yang banyak mengandung purin (Barry L., 2014).

*Atritis Rheumatoid* adalah penyakit autoimun yang ditandai dengan terdapatnya sinovitis erosif simetrik terutama mengenai jaringan persendian, seringkali juga melibatkan organ tubuh lainnya. Gejala *Atritis Rheumatoid* antara lain: nyeri dan bengkak pada sendi yang berlangsung terus menerus, kaku pada pagi hari berlangsung selama lebih dari 30 menit, persendian mengalami bengkak dan hangat jika diraba (Lutfi Chabib, 2016).

Dislokasi sendi terjadi ketika permukaan tulang sendi tidak sesuai dengan posisi anatomi. Gejala utama dislokasi biasanya akan terlihat melalui kejanggalan yang muncul pada bentuk sendi, misalnya muncul benjolan aneh di dekat tempurung atau soket sendi. Sendi tersebut juga akan mengalami pembengkakan, lebam, terasa sangat sakit, serta tidak dapat digerakkan (Kementrian Kesehatan, 2014).

*Tetanus* merupakan infeksi yang tergolong serius dan disebabkan oleh bakteri *Clostridium tetani*. Saat berhasil memasuki tubuh bakteri *tetanus* akan berkembang biak dan melepaskan *neurotoksin*. *Neurotoksin* adalah racun yang menyerang sistem saraf. Racun tersebut dapat mengacaukan kinerja saraf dan dapat menyebabkan kejang dan kekakuan otot yang merupakan gejala utama *tetanus* (Kementrian Kesehatan, 2014).

*Polio* atau *poliomyelitis* adalah penyakit virus yang sangat mudah menular dan menyerang sistem saraf. Penyakit polio disebabkan oleh virus yang umumnya masuk melalui makanan atau minuman yang terkontaminasi dengan tinja dan virus polio. Penderita *polio* biasanya mengalami gejala seperti lemah otot, demam, merasa keletihan, sakit pada tenggorokan, serta terasa kaku dan sakit pada bagian kaki, tangan, leher, dan punggung (Kementrian Kesehatan, 2014).

## Kecerdasan Buatan

Kecerdasan buatan (*artificial Intelligence*) merupakan salah satu cabang dari ilmu komputer yang mempelajari bagaimana membuat mesin (komputer) dapat melakukan pekerjaan seperti dan sebaik yang dilakukan oleh manusia bahkan lebih baik daripada yang dilakukan manusia (Muhammad Dahria, 2008). Menurut Sri Kusumadewi (2003: 3) dari sudut pandang pemrograman untuk membuat aplikasi kecerdasan buatan dibutuhkan 2 bagian utama yaitu:

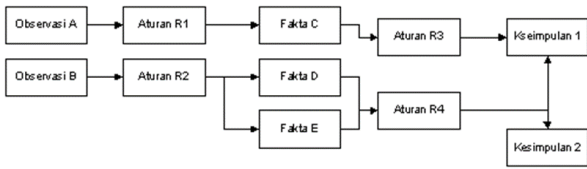
1. Basis pengetahuan (*knowledge base*), berisi fakta fakta, teori, pemikiran, dan hubungan antara satu dengan lainnya.
2. Mesin inferensi (*inference engine*), yaitu kemampuan menarik kesimpulan berdasarkan pengalaman.

## Sistem Pakar

Secara umum sistem pakar adalah suatu sistem yang berusaha mengadopsi pengetahuan manusia ke dalam komputer, agar komputer dapat menyelesaikan suatu masalah seperti yang biasa dilakukan para ahli. Menurut Rika Rosnelly (2011: 2) sistem pakar adalah sistem komputer yang ditujukan untuk meniru semua aspek (*emulates*) kemampuan pengambilan keputusan (*desicion making*) seorang pakar.

## Mesin Inferensi

Menurut Kusrini (2008: 8) inferensi merupakan proses untuk menghasilkan informasi dari fakta yang diketahui atau diasumsikan. Inferensi adalah konklusi logis atau implikasi berdasarkan informasi yang tersedia. Dalam sistem pakar proses inferensi dilakukan dalam suatu modul yang disebut mesin inferensi (*inference engine*). Metode inferensi yang digunakan dalam sistem pakar ini adalah *forward chaining*. *Forward chaining* berarti menggunakan himpunan aturan kondisi-aksi. Dalam metode ini untuk mencari kesimpulan diawali dari fakta fakta yang diberikan kemudian dicari *rules* yang sesuai dengan fakta fakta tersebut, kemudian dilakukan penarikan kesimpulan. Contoh sederhana gambaran penyelesaian masalah dengan *forward chaining* dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Contoh penyelesaian masalah dengan *forward chaining*

**Certainty Factor**

Faktor kepastian (*certainty factor*) diperkenalkan oleh Shortliffe Buchanan dalam pembuatan MYCIN. *Certainty factor* (CF) merupakan nilai parameter klinis yang diberikan MYCIN untuk menunjukkan besarnya kepercayaan (Kusrini, 2008). Nilai CF serta bobot dari masing-masing fakta didapat dari interpretasi istilah dari pakar menjadi nilai CF serta bobot tertentu. *Certainty factor* didefinisikan sebagai berikut:

$$CF(H, e) = MB(H, e) - MD(H, e)$$

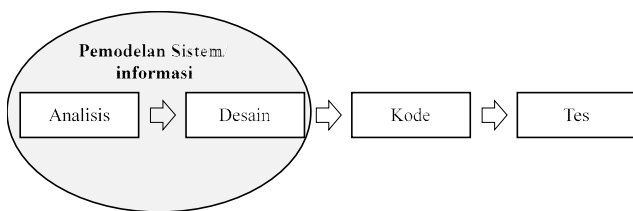
CF (H,e) : Certainty factor dari hipotesis H yang dipengaruhi oleh gejala (evidence) E. Besarnya Cf berkisar antara -1 sampai dengan 1. Nilai -1 menunjukkan ketidakpercayaan mutlak, sedangkan nilai 1 menunjukkan kepercayaan mutlak

MB (H,E): Ukuran kenaikan kepercayaan (*measure of increased belief*) terhadap hipotesis H yang dipengaruhi oleh gejala E

MD (H,E): Ukuran kenaikan ketidakpercayaan (*measure of increased disbelief*) terhadap hipotesis H yang dipengaruhi oleh gejala E.

**Model Pengembangan Sistem**

Pengembangan sistem menggunakan metode analisis sistem terstruktur *Waterfall Model*. Menurut Pressman (2001:28-29) tahapan dalam *Waterfall Model* adalah *analysis, design, coding,* dan *testing*, seperti pada Gambar 2.



Gambar 2 Tahapan *Waterfall Model*

Uraian tahap-tahap *Waterfall Model* adalah sebagai berikut:

1. **Analisis** adalah tahap menganalisa hal-hal yang diperlukan dalam pelaksanaan perancangan sistem.
2. **Desain** adalah tahap penerjemah atau tahap perancangan dari keperluan-keperluan yang dianalisis dalam bentuk yang lebih mudah dimengerti oleh pemakai.
3. **Kode** adalah tahap implementasi dari hasil sistem yang telah dirancang dalam bahasa pemrograman yang telah ditentukan dan digunakan dalam pembuatan sistem.
4. **Tes** adalah tahap pengujian terhadap program yang telah dibuat. Pengujian dilakukan agar fungsi-fungsi dalam sistem bebas dari error, dan hasilnya harus benar-benar sesuai dengan kebutuhan yang sudah didefinisikan sebelumnya.

**Data Flow Diagram**

*Data Flow Diagram (DFD)* adalah diagram yang dibuat untuk menggambarkan dari mana asal data dan kemana tujuan data yang keluar dari sistem, di mana data disimpan, proses apa yang dihasilkan data tersebut dan interaksi antara data yang tersimpan dan proses yang dikenakan pada data tersebut (Andri Kristanto, 2008). Ada beberapa komponen dalam DFD, menurut Demarco dan Yordan dalam komponen dalam DFD dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Simbol *Data Flow Diagram*

Simbol	Kategori
	Entitas luar (External entity)
	Proses (Process)
	Aliran data (Data flow)
	Penyimpanan (Data store)

**Basis Data**

Basis data adalah suatu kumpulan data terhubung yang disimpan secara bersama-sama pada suatu media, yang diorganisasikan berdasarkan sebuah skema atau struktur tertentu, dan dengan *software* untuk melakukan manipulasi untuk kegunaan tertentu.

Dalam pengelolaan basis data diperlukan suatu sistem pengelolaan basis data atau *database management system (DBMS)*. DBMS merupakan kumpulan program aplikasi yang digunakan untuk membuat dan mengelola basis data. DBMS merupakan perangkat lunak yang menentukan bagaimana data tersebut diorganisasi, disimpan, diubah, dan diambil kembali (Yakub, 2008:14).

### HTML , PHP, dan My SQL

HTML atau *HyperText Markup Language* merupakan salah satu format yang digunakan dalam pembuatan dokumen dan aplikasi yang berjalan di halaman web (M. Rudyanto Arief, 2011: 23). HTML dikembangkan oleh W3C (World Wide Web Consortium) semenjak awal teknologi internet. HTML terus dikembangkan agar dapat menampilkan lebih banyak konten selain teks dan gambar, misalnya suara, video dan lain sebagainya

PHP *Hypertext Preprocessor* adalah bahasa *server-side scripting* yang menyatu dengan HTML untuk membuat halaman web yang dinamis (M. Rudyanto Arief, 2011). PHP dirancang untuk membentuk halaman web yang dinamis, yaitu halaman web yang dapat membentuk suatu tampilan berdasarkan permintaan terkini, seperti menampilkan isi basis data ke halaman web.

MySQL adalah salah satu jenis *database server* yang sangat terkenal dan banyak digunakan untuk membangun aplikasi web yang menggunakan basis data sebagai sumber dan pengelolaan datanya. MySQL menggunakan SQL sebagai bahasa dasar untuk mengakses database sehingga mudah untuk digunakan. MySQL dijadikan sebagai sebuah basis data yang paling banyak digunakan selain basis data yang bersifat *shareware* seperti *Ms Access*, penggunaan MySQL biasanya dipadukan dengan menggunakan program aplikasi PHP.

### Faktor Penentu Kualitas Perangkat Lunak

Pada dasarnya, McCall menitikberatkan faktor-faktor tersebut menjadi tiga aspek penting (Richardus E. Indrajit, 2012), aspek aspek tersebut adalah:

1. Sifat-sifat operasional dari *software (Product Operations)*
  - a. **Correctness:** sejauh mana suatu perangkat lunak memenuhi spesifikasi dan *mission objective* dari *user*.

- b. **Reliability:** sejauh mana suatu perangkat lunak dapat diharapkan untuk melaksanakan fungsinya dengan ketelitian yang diperlukan.
  - c. **Efficiency:** banyaknya sumber daya komputasi dan kode program yang dibutuhkan suatu perangkat lunak untuk melakukan fungsinya.
  - d. **Integrity:** sejauh mana akses ke perangkat lunak dan data oleh pihak yang tidak berhak dapat dikendalikan.
  - e. **Usability:** usaha yang diperlukan untuk mempelajari, mengoperasikan, menyiapkan *input*, dan mengartikan *output* dari perangkat lunak.
2. Kemampuan *software* dalam menjalani perubahan (*Product Revision*)
    - a. **Maintainability:** usaha yang diperlukan untuk menetapkan dan memperbaiki kesalahan dalam program.
    - b. **Testability:** usaha yang diperlukan untuk menguji program untuk memastikan bahwa program melaksanakan fungsi yang ditetapkan.
    - c. **Flexibility:** usaha yang diperlukan untuk memodifikasi program operasional
  3. Daya adaptasi atau penyesuaian *software* terhadap lingkungan baru (*Product Transition*).
    - a. **Portability:** usaha yang diperlukan untuk memindahkan program dari perangkat keras / lingkungan sistem perangkat lunak tertentu ke yang lainnya.
    - b. **Reusability:** tingkat kemampuan program / bagian dari program yang dapat dipakai ulang dalam aplikasi lainnya, berkaitan dengan paket dan lingkup dari fungsi yang dilakukan oleh program.
    - c. **Interoperability:** usaha yang diperlukan untuk menggabungkan satu sistem dengan yang lainnya.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Analisis Prosedur Sistem

Analisis prosedur adalah penguraian prosedur-prosedur yang berhubungan dengan perancangan sistem pakar diagnosis penyakit TSO pada manusia. Prosedur pengolahan yang ada di dalam sistem pakar ini adalah sebagai berikut:

- a. **Data user:** prosedur dimana *user* dapat mengubah data yang sudah dimasukkan

antara lain *username*, *password*, dan data pribadi *user*.

- b. **Data pakar:** prosedur dimana pakar dan admin dapat melakukan penambahan, pengeditan, dan penghapusan data dalam sistem antara lain data penyakit, gejala, serta aturan dan nilai CF. Admin juga dapat menambahkan dan menghapus pakar dalam sistem.
- c. **Diagnosis penyakit:** prosedur dimana pasien memasukkan gejala yang dirasakan ke dalam sistem lalu sistem akan melakukan proses diagnosis dan akan diperoleh hasil diagnosis penyakit.

### Kebutuhan Pengguna

Sistem pakar diagnosis penyakit TSO dibagi menjadi 3 hak akses yaitu:

#### 1. Admin

Admin adalah pengguna yang mempunyai tanggung jawab atas berjalannya sistem pakar ini. Admin dapat melakukan proses-proses dalam sistem, meliputi: menambahkan pakar, menambah data penyakit, menambah data gejala, dan menambah aturan serta nilai CF serta memberikan persetujuan atas perubahan dan penambahan data yang dilakukan oleh pakar.

#### 2. Pakar

Pakar adalah pengguna yang ditambahkan oleh admin atau sudah melakukan registrasi dan sudah dikonfirmasi oleh admin yang memiliki hak untuk melakukan usulan penambahan, penghapusan, serta perubahan pada data penyakit, data gejala, serta aturan dan nilai CF.

#### 3. Pasien

Pasien dalam sistem ini adalah pengguna yang memerlukan diagnosis penyakit dengan melakukan registrasi terlebih dahulu.

### Perancangan Proses

Perancangan proses adalah penggambaran dari aliran data yang masuk dan keluar dari sistem yang akan dibangun. Perancangan proses digambarkan dalam *Data Flow Diagram (DFD)* yang dimulai dari level 0 atau disebut Diagram Konteks yang menggambarkan sistem secara keseluruhan (Gambar 3).

### Perancangan Basis Pengetahuan

Pembangunan basis pengetahuan menggunakan teknik kaidah produksi sebagai sarana untuk representasi pengetahuan. Pada kaidah produksi pengetahuan disajikan dalam aturan-aturan yang berbentuk pasangan keadaan-

aksi (*condition-action*) atau jika-maka (premis-konklusi). Pada sistem pakar diagnosis penyakit TSO pada manusia premisnya adalah gejala yang dirasakan penderita dengan konklusinya adalah penyakit yang diderita.

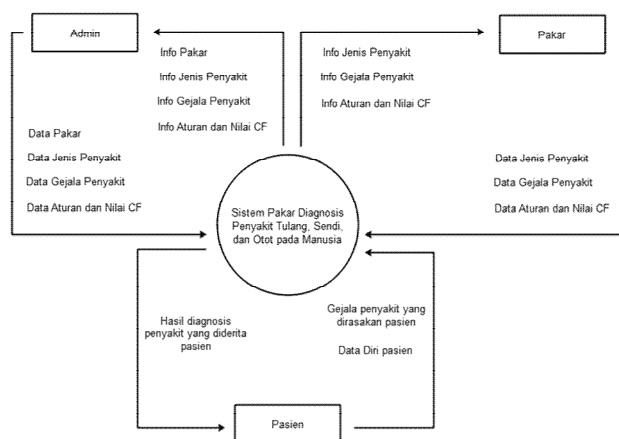
Contoh:

JIKA sendi terasa sakit secara tiba-tiba (terutama sendi jempol kaki) atau sendi ujung bagian tubuh. DAN tampak bengkak dan memerah pada daerah yang sakit.

DAN rasa sakit pada sendi biasanya terjadi pada malam hari.

DAN nyeri berkembang dengan cepat hanya dalam tempo beberapa jam saja.

MAKA kemungkinan menderita penyakit *arthritis gout*.



Gambar 3 Diagram konteks Sistem Pakar Diagnosis Penyakit TSO

### Perancangan Mesin Inferensi

Sistem pakar diagnosis penyakit TSO menggunakan teknik inferensi *forward chaining* (pelacakan ke depan). Proses pertama diagnosis pasien memasukkan gejala yang dirasakan. Gejala tersebut akan dikelompokkan berdasar jenis penyakit, sehingga dari gejala-gejala tersebut akan didapatkan satu atau lebih penyakit yang mempunyai satu atau lebih gejala. Gejala dari penyakit yang terkait akan dicari nilai CF (*certainty factor*) berdasarkan nilai MB dan MD.

Penghitungan nilai CF penyakit adalah sebagai berikut:

Jika gejala yang dimasukkan tunggal perhitungan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

$$CF(H, e) = MB(H, e) - MD(H, e)$$



Jika gejala yang dimasukkan lebih dari satu gejala maka perlu dihitung nilai CF gabungan sebagai berikut :

$$CF[H, e_1 \wedge e_2] = CF[H, e_1] + CF[H, e_2] * (1 - CF[H, e_1])$$

Perhitungan tersebut dilakukan sampai semua gejala yang terkait dengan penyakit dihitung, sehingga didapat nilai CF dari penyakit yang diderita oleh pasien.

Contoh kasus: seseorang yang mengalami gejala – gejala sebagai berikut.

- Tampak bengkak dan memerah pada daerah yang sakit (G008).
- Susah bergerak atau menggerakkan anota gerak tubuh tertentu (pada bagian yang sakit) (G009).
- Sendi terasa sakit secara tiba-tiba (terutama sendi jempol kaki) atau sendi ujung bagian tubuh (G016).
- Sendi kaku setelah istirahat atau lama tidak digerakkan misal setelah bangun tidur (G013)
- Mengalami demam (G018).

Dengan menggunakan metode *certainty factor* nantinya dapat diketahui penyakit yang diderita oleh *user*. Berikut adalah perhitungan nilai CF penyakit yang mungkin diderita dari gejala yang dirasakan pasien:

### 1. Arthritis Gout

Hasil pencocokan gejala yang dirasakan user dengan gejala yang dimiliki penyakit *Arthritis Gout* didapatkan 3 data gejala yang sama yaitu G008, G009, dan G016. Berikut adalah perhitungan CF untuk penyakit *Arthritis Gout*:

$$\begin{aligned} CF(A) &= CF(G008) + [CF(G009) * (1 - CF(G008))] \\ &= 0,7 + [0,7 * (1 - 0,7)] \\ &= 0,91 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CF(B) &= CF(A) + [CF(G016) * (1 - CF(A))] \\ &= 0,91 + [0,6 * (1 - 0,91)] \\ &= 0,958 \end{aligned}$$

Maka CF dari gejala yang dirasakan *user* untuk penyakit *arthritis gout* adalah sebesar 0,958.

### 2. Arthritis Reumatoid

Hasil pencocokan gejala yang dirasakan user dengan gejala yang dimiliki penyakit *Arthritis reumatoid* didapatkan 4 data gejala yang sama yaitu G008, G009, G013, dan G018. Berikut

adalah perhitungan CF untuk penyakit *Arthritis reumatoid*:

$$\begin{aligned} CF(A) &= CF(G008) + [CF(G009) * (1 - CF(G008))] \\ &= 0,6 + [0,7 * (1 - 0,6)] \\ &= 0,84 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CF(B) &= CF(A) + [CF(G013) * (1 - CF(A))] \\ &= 0,84 + [0,7 * (1 - 0,84)] \\ &= 0,952 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CF(C) &= CF(B) + [CF(G018) * (1 - CF(B))] \\ &= 0,952 + [0,4 * (1 - 0,952)] \\ &= 0,971 \end{aligned}$$

Maka CF dari gejala yang dirasakan *user* untuk penyakit *arthritis gout* adalah sebesar 0,971.

### 3. Osteoarthritis

Hasil pencocokan gejala yang dirasakan user dengan gejala yang dimiliki penyakit *Osteoarthritis* didapatkan 3 data gejala yang sama yaitu G008, G009, dan G013. Berikut adalah perhitungan CF untuk penyakit *Osteoarthritis*:

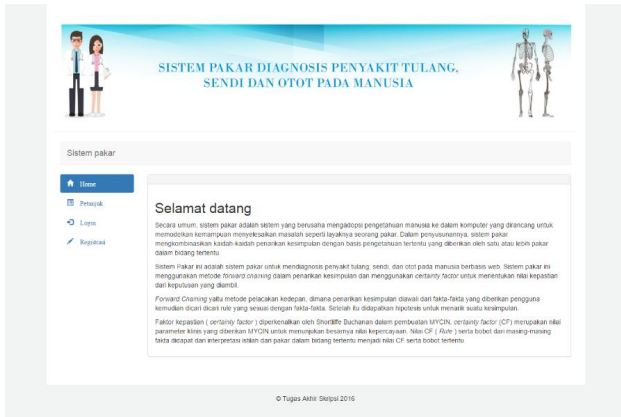
$$\begin{aligned} CF(A) &= CF(G008) + [CF(G009) * (1 - CF(G008))] \\ &= 0,6 + [0,8 * (1 - 0,6)] \\ &= 0,92 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CF(B) &= CF(A) + [CF(G013) * (1 - CF(A))] \\ &= 0,92 + [0,8 * (1 - 0,92)] \\ &= 0,984 \end{aligned}$$

Dari perhitungan CF masing-masing penyakit, diperoleh nilai CF terbesar adalah 0,984 yang dimiliki penyakit *Osteoporosis*

### Implementasi Sistem

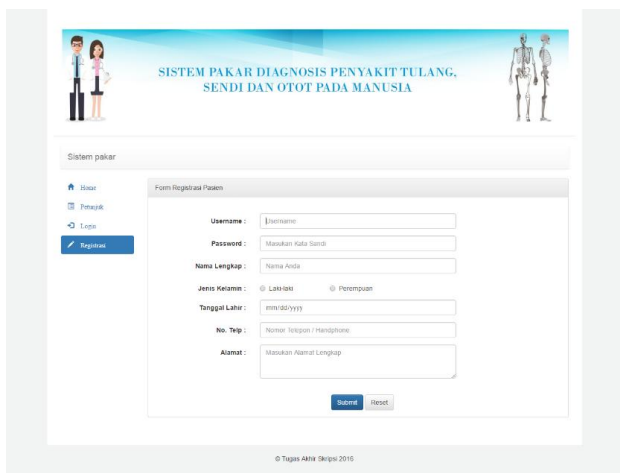
Implementasi sistem merupakan penerapan dari sistem pakar yang sudah dirancang sebelumnya. Sistem pakar ini dibuat menggunakan bahasa pemrograman PHP, dan menggunakan *framework bootstrap* dengan desain *responsive* sehingga tampilan akan menyesuaikan ukuran layar yang digunakan. Contoh tampilan antarmuka halaman sistem pada layar dengan resolusi 1366 x 768 (Gambar 4-15)



Gambar 4. Antarmuka Halaman Home

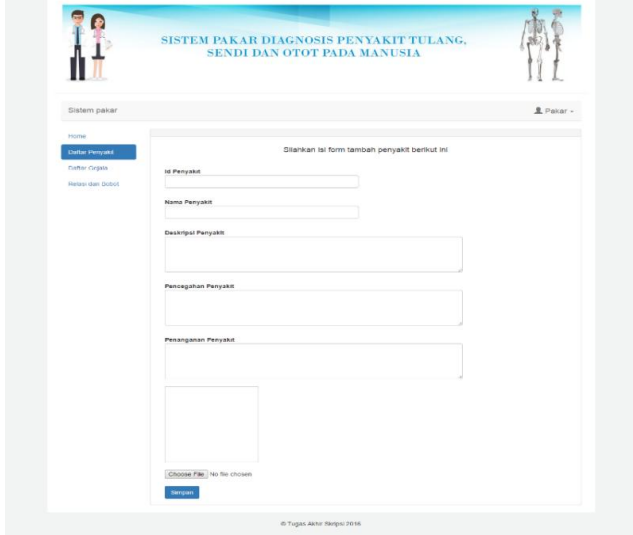
Halaman home (Gambar 4) merupakan halaman awal yang akan muncul bila user mengakses sistem.

Halaman admin (Gambar 6) adalah halaman yang pertama user masuki saat sudah login sebagai admin, halaman ini berisi tabel daftar usulan perubahan penyakit, gejala, serta relasi dan CF yang dilakukan pakar yang harus dikonfirmasi oleh admin.



Gambar 5. Antarmuka Halaman Registrasi

Halaman registrasi (Gambar 5) adalah halaman dimana pengguna dapat melakukan registrasi untuk menjadi pasien atau pakar dalam sistem.



Gambar 7. Antarmuka Halaman Tambah Penyakit

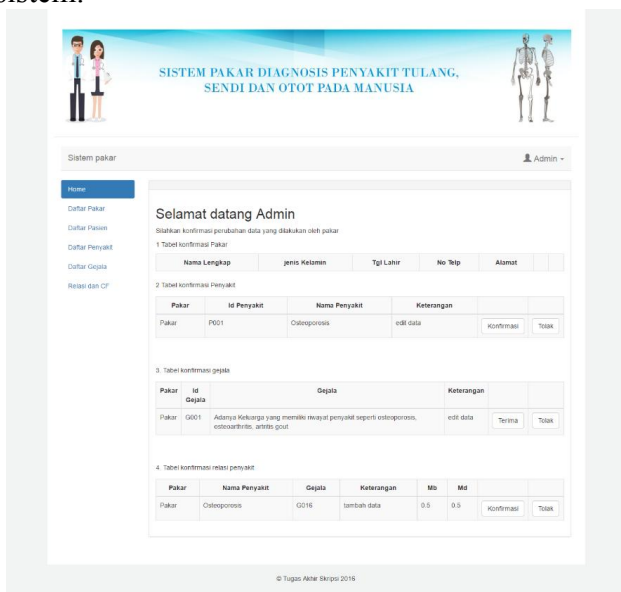
Halaman tambah penyakit (Gambar 7) adalah halaman yang berisi form untuk menambahkan penyakit oleh pakar atau admin.



Gambar 8. Antarmuka Halaman Tambah Gejala

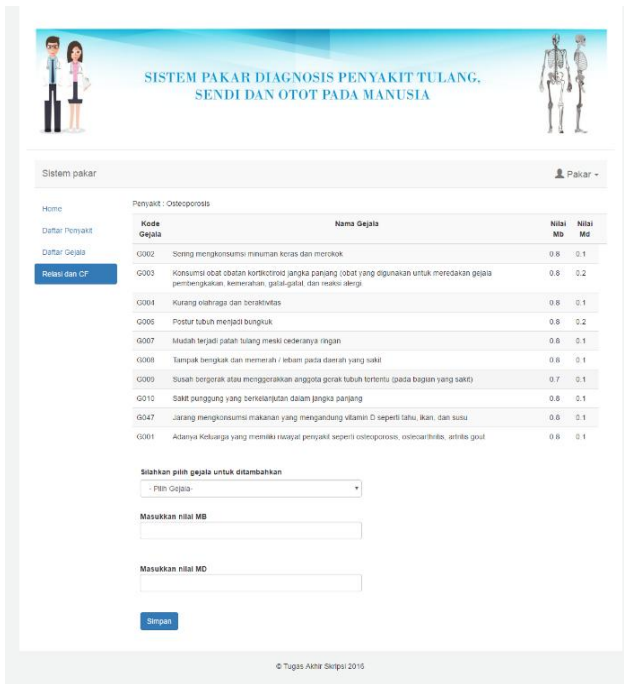
Halaman tambah gejala (Gambar 8) adalah halaman yang berisi form untuk menambah gejala ke dalam sistem oleh pakar atau admin.

Halaman tambah relasi dan CF (Gambar 9) adalah halaman yang berisi form untuk menambahkan relasi antara gejala dan penyakit tertentu ada dalam sistem serta memberikan nilai CF untuk gejala tersebut yang dapat dilakukan oleh admin dan pakar.

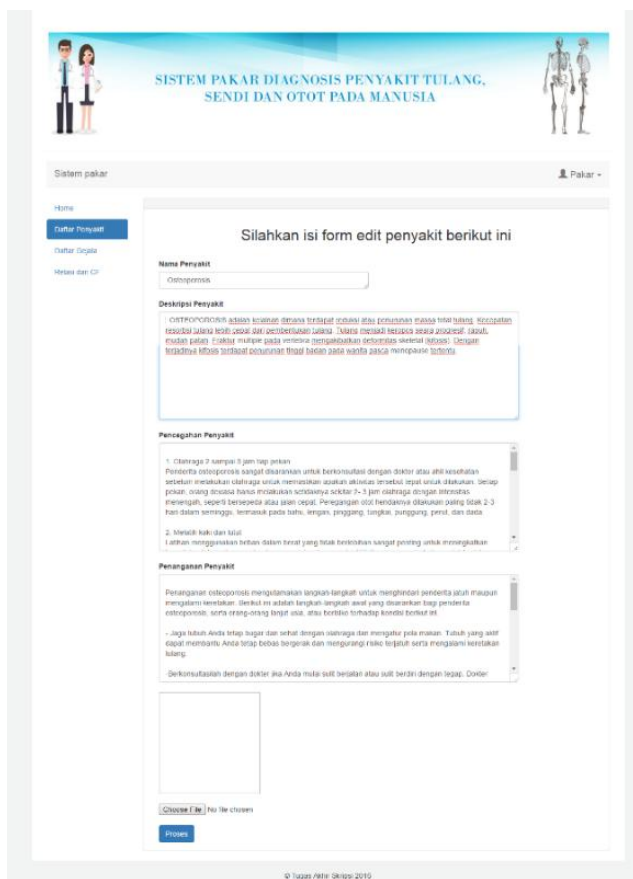


Gambar 6. Antarmuka Halaman Admin

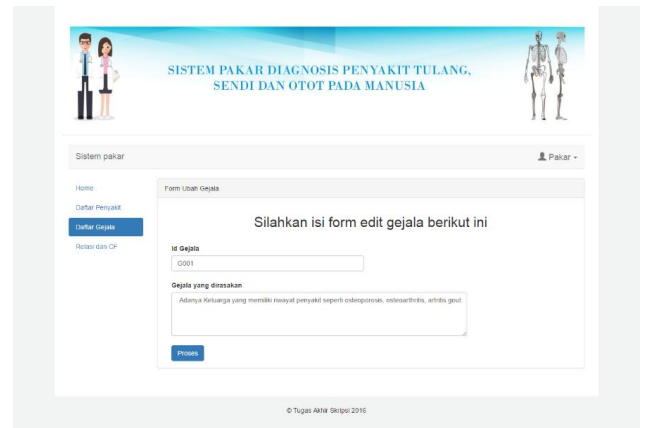




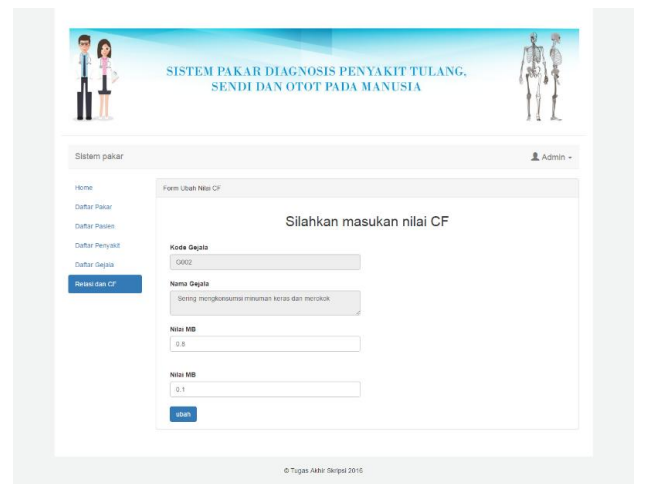
Gambar 9. Antarmuka Halaman Tambah Relasi dan CF



Gambar 10. Antarmuka Halaman Edit Penyakit  
 Halaman edit penyakit (Gambar 10) adalah halaman yang berisi form untuk melakukan perubahan data penyakit yang sudah diinput sebelumnya oleh pakar dan admin.



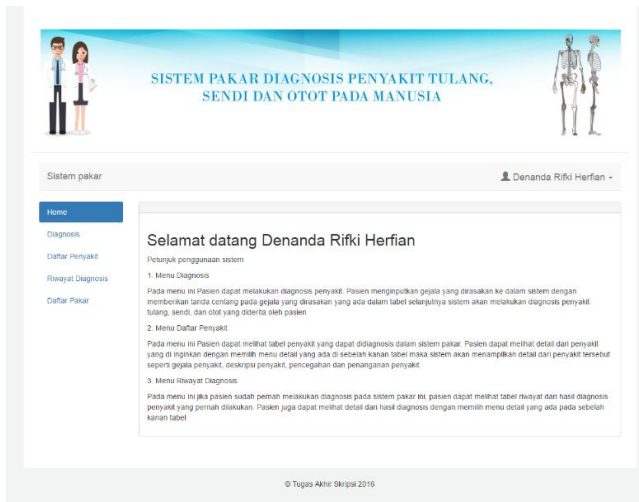
Gambar 11. Antarmuka Halaman Edit Gejala  
 Halaman edit gejala (Gambar 11) adalah halaman yang berisi form untuk melakukan perubahan data gejala yang sudah diinput sebelumnya oleh pakar dan admin.



Gambar 12. Antarmuka Halaman Edit Relasi dan CF

Halaman edit relasi dan CF (gambar 12) adalah halaman yang berisi form untuk melakukan perubahan data relasi antara gejala dan penyakit serta nilai CF dari gejala tersebut yang sudah diinput sebelumnya.

Halaman pasien (Gambar 13) adalah halaman yang pertama *user* masuki saat sudah *login* sebagai pasien, halaman ini berisi penjelasan cara pasien untuk melakukan diagnosis penyakit.



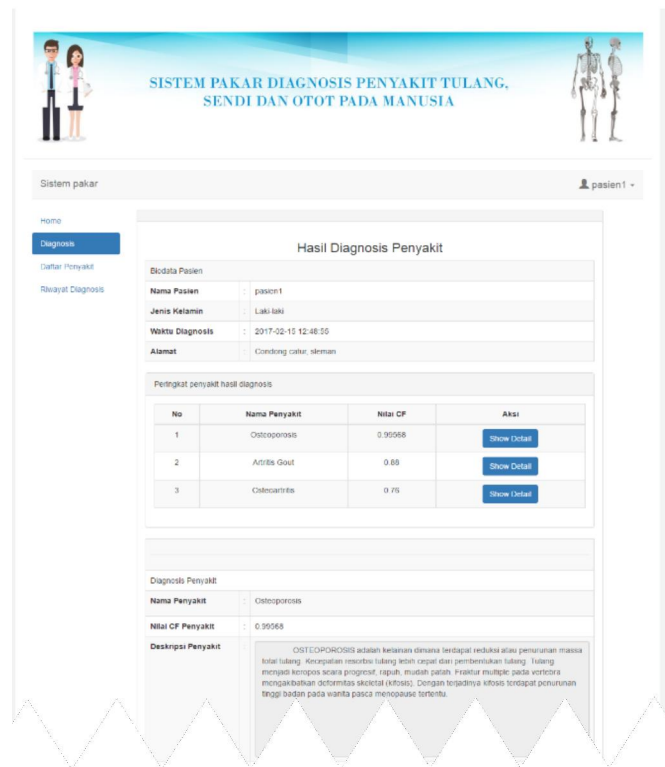
Gambar 13. Antarmuka Halaman Pasien



Gambar 14. Antarmuka Halaman Diagnosis

Halaman diagnosis (Gambar 14) adalah halaman dimana pasien melakukan diagnosis penyakit. Halaman ini berisi daftar gejala yang harus di-input pasien untuk menentukan penyakit pasien.

Halaman hasil diagnosis (Gambar 15) adalah halaman yang berisi hasil diagnosis dari pasien dan detail dari penyakit yang diderita pasien, penanganan, serta pencegahan penyakit tersebut.



Gambar 15. Antarmuka Halaman Hasil Diagnosis.

### Pengujian Sistem

Pengujian pada sistem pakar diagnosis penyakit TSO pada manusia berbasis web ini menggunakan pengujian betha. Pengujian dilakukan kepada 11 pengguna sebagai pasien yang diambil secara acak dan 1 orang pengguna sebagai pakar yang sudah menggunakan sistem, serta 1 orang ahli komputer.

Kuesioner oleh pengguna pasien dan pakar menggunakan faktor-faktor McCall yang berkaitan dengan operasional produk yaitu *Correctness, Reliability, Integrity, dan Usability* yang terdiri dari 9 pertanyaan untuk pasien dan 10 pertanyaan untuk pakar. Pengujian oleh ahli komputer, yaitu: *Efficiency, Maintainability, Testability, Flexibility, Portability, Reusability, dan Interoperability* yang terdiri dari 15 pertanyaan.

Dari hasil pengujian oleh pengguna dilakukan perhitungan pada setiap aspek penilaian dengan memberikan skor 4, 3, 2, 1. Pedoman penskoran disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Pedoman Penskoran Kuesioner

Kategori	Skor
Tidak Baik (TB)	1
Kurang Baik (KB)	2
Baik (B)	3
Sangat Baik (SB)	4

Menurut Anwar (2010: 163), dalam Heny Setyawan (2016), rentang skor secara kuantitatif disajikan pada tabel 3.

Tabel 3 Rentang Skor (i) Kuantitatif

Rentang skor (i) kuantitatif	Kriteria Kualitatif
$X > (\bar{x}_i + 1.5 SB_i)$	Sangat Baik
$(\bar{x}_i + SB_i) < X \leq (\bar{x}_i + 1.5 SB_i)$	Baik
$(\bar{x}_i - 0.5 SB_i) < X \leq (\bar{x}_i + SB_i)$	Cukup Baik
$(\bar{x}_i - 1.5 SB_i) < X \leq (\bar{x}_i - 0.5 SB_i)$	Sangat Kurang
$X \leq (\bar{x}_i - 1.5 SB_i)$	Sangat Kurang Baik

Keterangan:

$X$  = rata-rata skor tiap butir

$\bar{x}_i$  = rata-rata ideal =  $\frac{1}{2}$ (skor tertinggi + skor terendah)

$SB_i$  = simpangan baku ideal =  $\frac{1}{6}$ (skor tertinggi – skor terendah)

Berdasarkan Tabel 2 dan Tabel 3 didapat rentang skor kuesioner (Tabel 4).

Tabel 4 Rentang Skor Kuesioner

Rentang skor (i) kuantitatif	Kriteria Kualitatif
$X > 3.25$	Sangat Baik
$3 < X \leq 3.25$	Baik
$2.25 < X \leq 3$	Cukup Baik
$1.75 < X \leq 2.25$	Sangat Kurang
$X \leq 1.75$	Sangat Kurang Baik

Hasil pengujian sistem yang dilakukan oleh pengguna sebagai pasien diperoleh hasil sebagai berikut:

- *Corectness* termasuk dalam kriteria sangat baik dengan skor 3,364
- *Reliability* termasuk dalam kriteria cukup baik dengan skor 2,99
- *Integrity* dan *usability* termasuk dalam kriteria baik dengan skor 3,182

Hasil pengujian sistem terhadap pengguna sebagai pakar diperoleh hasil sebagai berikut:

- *Correctness*, *integrity* dan *usability* termasuk dalam kriteria cukup baik dengan skor 3,00
- *Reliability* termasuk dalam kriteria sangat baik dengan skor 3,5

Artinya sistem memenuhi kebutuhan *user*, informasi dan hasil diagnosis sistem cukup baik, aman, dan mudah digunakan.

Hasil pengujian sistem kepada ahli komputer diperoleh hasil sebagai berikut:

- *Efficiency* (4), *maintability* (4), *portability* (4), *flexibility* (4), dan *testability* (3,6) termasuk dalam kriteria sangat baik
- *Reusability* dan *interoperability* termasuk dalam kriteria cukup baik dengan skor 3

Artinya sistem mudah untuk dimodifikasi atau diubah, fungsinya berjalan dengan baik, mudah digunakan di beberapa perangkat keras dan perangkat lunak, serta dapat digunakan kembali untuk aplikasi lain. Jadi secara keseluruhan produk yang dikembangkan layak untuk digunakan.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Dari hasil penelitian, penulis memperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Basis pengetahuan dalam sistem pakar diagnosis penyakit TSO menggunakan teknik kaidah produksi dan pembangunan mesin inferensi dalam sistem pakar ini menggunakan metode runut maju (*forward chaining*). Sistem pakar diagnosis penyakit TSO dibagi menjadi 3 hak akses yaitu: pasien, pakar, dan admin. Prosedur pengolahan yang ada di dalam sistem pakar ini adalah sebagai berikut:

Data *user*, prosedur dimana *user* dapat mengubah data yang sudah dimasukkan antara lain *username*, *password*, dan data pribadi *user*.

Data pakar, prosedur dimana pakar dan admin dapat melakukan penambahan, pengeditan, dan penghapusan data dalam sistem antara lain data penyakit, gejala, serta aturan dan nilai CF.

Diagnosis penyakit, prosedur dimana pasien memasukkan gejala yang dirasakan ke dalam sistem lalu sistem akan melakukan proses diagnosis dan akan diperoleh hasil diagnosis penyakit.

2. Berdasarkan hasil pengujian sistem dengan menggunakan faktor *Mccall* yang dilakukan oleh pengguna sebagai pasien diperoleh hasil secara keseluruhan produk yang dikembangkan layak untuk digunakan.

## **Saran**

Berikut adalah saran untuk pengembangan lebih lanjut diantaranya:

1. Penambahan gejala dan penyakit baru ke dalam sistem sehingga sistem dapat mendiganosis lebih banyak penyakit TSO.
2. Pada sistem ini digunakan kriteria yang hanya berupa gejala fisik dari pasien, pengembangan lebih lanjut dapat ditambahkan kriteria lainnya seperti hasil pemeriksaan laboratorium sehingga hasil diagnosis menjadi lebih tepat dan akurat.



## DAFTAR PUSTAKA

- Arief, M.Rudyanto., 2011, Pemrograman Web Dinamis Menggunakan PHP dan MYSQL, Andi, Yogyakarta.
- Alvarani, Carlos M.D. Fabrizio Cantini, M.D. Polymyalgia Rheumatica And Giant-Cellarthritis. N Engl J Med (Vol. 347, No. 4 July 25, 2002). Hlm 261-271.
- Amin, Lukman Zulkifli. (2015). Osteoarthritis. Medicinus (Vol. 28, No. 2) Hlm 53-58
- Barry L. Hainer, Md; Eric Matheson, Md (2014). Treatment, And Prevention of Gout Medical University of South Carolina.
- Chabib, Lutfi. (2016). Review Rheumatoid Arthritis: Terapi Farmakologi, Potensi Kurkumin Dan Analognya, Serta Pengembangan Sistem Nanopartikel. Jurnal Pharmascience (Vol.3, No. 1, Februari 2016). Hlm: 10 – 18.
- Dahria, Muhammad. (2008). Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelegence*). Jurnal Saintikom (Vol. 5, No. 2 Agustus 2008). Hlm 185-196
- Faswita, Wirda. (2016) Tindakan Perawatan Luka Pada Pasien Fraktur Terbuka Terhadap Penyembuhan Luka Di Rumah Sakit Haji Medan Tahun 2015. Jurnal ilmiah Research Sains (Vol.2 No. 2 Juni 2016).
- Gunawan, B Setiyohadi. (2010). Diagnosis and Management of Osteomyelitis. Indonesian Journal of Rheumatology 2010 (Vol .02) Hlm 5-9.
- Kanis, John A. L. Joseph Melton, III. The Diagnosis Of Osteoporosis. Journal Of Bone And Mineral Research (Vol 9. No 8, 1994). Hlm 1137-1141
- Kementrian Kesehatan. (2014). Panduan Praktik Klinis Bagi Dokter Di Fasilitas Pelayanan Kesehatan Primer.
- Kristanto, Andri (2008). *Perancangan Sistem Informasi dan Aplikasinya*. Gava Media: Yogyakarta.
- Kusrini. (2008). Aplikasi Sitem Pakar Menentukan Faktor Kepastian Pengguna dengan Metode Kuantifikasi Pertanyaan. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Kusumadewi, Sri. (2003). *Artificial Intelegence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Graha ilmu
- Rosnelly, Rika. (2011). Sistem Pakar Konsep dan Teori. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Richardus E. Indrajit. (2012) Managemen Sistem Informasi dan Teknologi Informasi (No 45). Hlm 240-243.
- Saputro, Haris (2012) Modul Pembelajaran Praktek Basis Data (My Sql). Universitas Dian Nuswantoro
- Pressman, R. S. (2001). *Software Engineering A Practitioner Approach. 5th. Ed.* McGraw Hill: New York