

## SISTEM PAKAR DIAGNOSIS CEDERA BAHU, SIKU DAN PERGELANGAN TANGAN MENGGUNAKAN METODE CERTAINTY FACTOR

Justin Gideon Rensenbrink Ayal, Indah Susilawati

Informatika, Universitas Mercu Buana Yogyakarta, Sleman, Yogyakarta  
Jalan Jembatan Merah No. 84C Gejayan, Yogyakarta, 55283, Indonesia

<sup>1</sup>justinayal45@gmail.com

### ABSTRAK

Cedera pada bahu, siku dan pergelangan tangan merupakan suatu masalah yang umum terjadi dalam kehidupan sehari-hari, baik dalam aktivitas sehari-hari maupun aktivitas olahraga. Dengan perkembangan teknologi saat ini terutama dalam bidang kecerdasan buatan telah membuka peluang baru untuk mengembangkan sistem pakar yang dapat membantu dalam proses diagnosis cedera bahu, siku dan pergelangan tangan. Salah satu metode yang digunakan dalam pengembangan sistem pakar adalah metode *Certainty Factor* (CF). Metode ini memungkinkan perhitungan tingkat keyakinan dari suatu keputusan atau diagnosis berdasarkan fakta-fakta yang ada. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pakar yang dapat secara efektif membantu pengguna dalam diagnosis dan penanganan cedera pada bahu, siku dan pergelangan tangan. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan menggunakan 30 data uji menghasilkan nilai akurasi sistem dengan persentase sebesar 96.6%.

**Kata kunci :** Cedera, Sistem Pakar, *Certainty Factor*

### 1. PENDAHULUAN

Cedera pada bahu, siku dan pergelangan tangan merupakan suatu masalah yang umum terjadi dalam kehidupan sehari-hari, baik dalam aktivitas sehari-hari maupun aktivitas olahraga. Cedera-cedera ini sering kali disebabkan oleh berbagai faktor antara lain seperti kecelakaan, aktivitas yang berlebihan, atau gerakan yang tidak tepat. Oleh karena itu, dibutuhkan diagnosis yang cepat dan akurat untuk memastikan penanganan dan pemulihan yang optimal bagi pasien.

Dengan perkembangan teknologi saat ini terutama dalam bidang kecerdasan buatan telah membuka peluang baru untuk mengembangkan sistem pakar yang dapat membantu dalam proses diagnosis cedera bahu, siku dan pergelangan tangan. Sistem pakar merupakan salah satu bagian dari kecerdasan buatan yang mampu meniru kemampuan manusia dalam membuat keputusan atau menyelesaikan masalah dalam domain tertentu. Dengan menggunakan basis pengetahuan yang telah ditetapkan, sistem pakar dapat memberikan solusi yang cepat dan akurat berdasarkan informasi yang diberikan.

Salah satu metode yang digunakan dalam pengembangan sistem pakar adalah metode *Certainty Factor* (CF). Metode ini memungkinkan perhitungan tingkat keyakinan dari suatu keputusan atau diagnosis berdasarkan fakta-fakta yang ada. Dengan memanfaatkan metode *Certainty Factor*, sistem pakar dapat memberikan rekomendasi diagnosis yang lebih akurat dan memberikan informasi tambahan tentang tingkat keyakinan atas keputusan yang diambil.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pakar yang dapat secara efektif membantu pengguna dalam diagnosis dan penanganan cedera pada bahu, siku dan pergelangan tangan. Sebuah program yang disebut sebagai sistem

pakar diagnosis cedera bahu, siku dan pergelangan tangan menggunakan metode *Certainty Factor*. Dengan memanfaatkan teknologi kecerdasan buatan, sistem pakar ini dirancang untuk memberikan informasi dan solusi yang akurat dan sesuai berdasarkan gejala yang dialami oleh pengguna. Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dalam proses diagnosis dan memungkinkan akses yang lebih mudah serta cepat terhadap informasi medis.

### 2. TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Penelitian Terdahulu

Penelitian dengan judul “Sistem Pakar Diagnosa Cedera Lutut Pada Pemain Sepak Bola Menggunakan Metode *Certainty Factor*”, penelitian ini membahas tentang cedera lutut yang sering dialami pemain sepak bola dan efek dalam jangka waktu yang singkat maupun jangka panjang kalo diabaikan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membantu pemain sepak bola untuk mendiagnosis cedera lutut beserta informasi cedera dan solusinya. Basis pengetahuan diambil dari wawancara dengan fisioterapi dan studi *literature*. Data terdiri dari 7 jenis cedera, 25 gejala dan sampel yang diuji hanya 1, hasil dari perhitungan akhir terdapat dua kemungkinan jenis cedera yaitu berjenis *Posterior Cruciate Ligament* (PCL) dengan nilai = 0.788 dan kemungkinan berikutnya berjenis *Anterior Cruciate Ligament* (ACL) dengan nilai = 0.648. Berdasarkan nilai tertinggi, maka disimpulkan bahwa data sampel terdiagnosis cedera lutut *Posterior Cruciate Ligament* (PCL) dengan nilai = 0.788 [1].

Penelitian dengan judul “Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit *Covid-19* Dengan Menggunakan Metode *Certainty Factor*”, penelitian ini membahas tentang masa krisis pandemi *Covid-19* di Indonesia pada tahun 2020. Berdasarkan data yang

diterbitkan oleh Tim Gugus Tugas Percepatan Penanganan *Covid-19* pada tanggal 26 Mei 2020, dari 216 negara yang terkonfirmasi 5.370.375 orang dan yang meninggal 344.454. Sedangkan untuk wilayah Indonesia, terdapat 23.165 kasus positif *Covid-19* yang menyebabkan korban meninggal dunia sebanyak 1.418 orang, data ini tentu saja memperlihatkan fakta bahwa penyebaran *Covid-19* sangat agresif. Tujuan penelitian ini adalah untuk memutus rantai penyebaran *Covid-19*, agar masyarakat dapat langsung mengetahui gejala dan penyebab penyakit kemudian dapat langsung mendiagnosis tanpa harus ke dokter atau rumah sakit. Data terdiri dari 1 penyakit, 14 gejala dan sampel yang diuji hanya 1, hasil dari perhitungan akhir yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa penyakit yang dialami pasien adalah penyakit *Covid-19* dengan tingkat kepastian = 0.9244 atau dengan persentase 92.44%, maka solusinya adalah melakukan isolasi mandiri [2].

Penelitian dengan judul “Sistem Pakar Untuk Diagnosa Penyakit Nyeri Akut Menggunakan Metode *Certainty Factor* Dan *Forward Chaining* Berbasis Web”, penelitian ini membahas tentang pengembangan sistem pakar untuk mendiagnosis penyakit nyeri akut menggunakan metode *Certainty Factor* dan *Forward Chaining* berbasis web. Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan penanganan nyeri akut dengan memberikan solusi yang tepat serta mengurangi risiko menjadi nyeri kronis. Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 11 jenis penyakit nyeri akut, 53 gejala dan sampel yang diuji sebanyak 20 kasus. Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini memperoleh tingkat keberhasilan sebesar 100% dari uji akurasi terhadap 20 kasus, maka disimpulkan sistem pakar ini dapat mendiagnosis jenis penyakit nyeri akut dengan sangat baik [3].

Penelitian dengan judul “Diagnosis Penyakit Dengan Metode *Certainty Factor*”, penelitian ini membahas tentang pengembangan sistem pakar untuk mendiagnosis penyakit berdasarkan gejala yang dirasakan pasien. Tujuan penelitian ini adalah untuk membantu para pasien dengan memberikan prakiraan penyakit berdasarkan gejala yang mereka alami, sehingga dapat mengantisipasi penyakit masuk dalam fase yang lebih parah. Data yang di gunakan dalam penelitian ini terdiri dari 7 jenis penyakit, 26 gejala, dan sampel yang diuji hanya 1. Berdasarkan hasil pengujian dari data sampel, hasil diagnosis menunjukkan bahwa pasien tersebut didiagnosis menderita penyakit Lupus dengan tingkat kepercayaan sebesar 95% [4].

Penelitian dengan judul “Implementasi *Certainty Factor* Dalam Mengatasi Ketidakpastian Pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Kuda Laut”, penelitian ini membahas tentang pengembangan aplikasi sistem pakar untuk mendiagnosis penyakit pada kuda laut dengan menggunakan metode *Certainty Factor* (CF) dalam mengatasi ketidakpastian pada diagnosa. Kuda laut memiliki nilai jual perdagangan yang tinggi, baik

dalam keadaan hidup maupun mati oleh sebab itu penelitian yang dilakukan menghasilkan sistem pakar yang mampu mendiagnosis serta memberikan solusi untuk penyakit kuda laut dengan menggunakan pendekatan *Certainty Factor* dalam penanganan ketidakpastian. Tujuan penelitian ini adalah untuk memberikan solusi dalam penanganan penyakit kuda laut dengan memanfaatkan teknologi sistem pakar dan memperoleh tingkat akurasi diagnosa yang tinggi. Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 4 jenis penyakit, 22 gejala, dan sampel yang diuji sebanyak 15 kasus secara acak. Berdasarkan hasil pengujian dari data sampel, hasil diagnosis menunjukkan bahwa sistem pakar mampu menjawab secara valid sebanyak 13 kasus atau 86,6%, hal ini menunjukkan sistem dapat berfungsi dengan baik dalam mendiagnosis [5].

Penelitian dengan judul “Sistem Pakar Diagnosa Gangguan Stress Pasca Trauma Menggunakan Metode *Certainty Factor*”, penelitian ini membahas tentang pengembangan sistem pakar untuk mendiagnosis gangguan stres pasca trauma menggunakan metode *Certainty Factor*. Gangguan kesehatan mental, termasuk gangguan stres pasca trauma, merupakan isu penting yang sering terjadi setelah mengalami peristiwa traumatis seperti kecelakaan, kelelahan perang, atau pandemi COVID-19.

Penelitian ini mengacu pada data dari Perhimpunan Dokter Spesialis Kedokteran Jiwa Indonesia yang menyatakan bahwa 80% dari 182 pasien yang diperiksa mengalami gejala stres pasca trauma akibat terpapar COVID-19. membantu dalam mendiagnosis gangguan stres pasca trauma yang disebabkan oleh berbagai peristiwa traumatis, termasuk pandemi COVID-19. Data yang digunakan terdiri dari 35 gejala yang terkait dengan gangguan stres pasca trauma, dengan 3 tingkatan gangguan stres sebagai basis pengetahuan dan sampel yang diuji sebanyak 10. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pakar yang dikembangkan mampu mendiagnosis gangguan stres pasca trauma dengan akurasi sebesar 80%. Dengan demikian, sistem pakar ini berpotensi digunakan sebagai alat bantu dalam mendiagnosis gangguan stres pasca trauma [6].

## 2.2. Cedera

Cedera adalah suatu kondisi fisik yang menimbulkan berbagai gejala seperti rasa nyeri, panas, peradangan, pembengkakan, serta gangguan fungsi pada otot, tendon, ligamen, persendian, atau tulang. Kondisi ini sering kali dipicu oleh aktivitas gerak yang berlebihan atau kecelakaan [7]. Cedera juga dapat mengakibatkan gangguan serius dalam kehidupan sehari-hari seperti kehilangan mobilitas dan penurunan kualitas hidup jika tidak ditangani dengan baik, cedera ini bisa berdampak jangka panjang bahkan mengancam nyawa.

**2.3. Sendi Bahu**

Sendi bahu adalah titik pangkal utama dari gerakan atas tubuh manusia. Sendi ini memiliki tingkat mobilitas yang tinggi, memungkinkan gerakan dalam tiga bidang yang berbeda sesuai dengan ketiga sumbu gerak utama [8]. Sendi bahu terbentuk dari ujung tulang-tulang *scapula*, *humerus* dan *clavicula*. Terdapat dua sendi utama pada bahu antara tiga tulang ini, yaitu *articulatio glenohumerale* dan *articulatio acromioclaviculare* [9].

**2.4. Sendi Siku**

Sendi siku adalah titik pangkal dari gerakan atas tubuh manusia. Sendi ini tersusun oleh tiga tulang yaitu tulang *humerus* (tulang lengan atas), *radius* (tulang pengumpul lengan bawah) dan *ulna* (tulang hasta). Siku merupakan subjek cedera yang umum terjadi dalam olahraga karena jangkauan gerakannya luas, susunan tulang lateral yang lebah dan kelenturan relatif pada jaringan lunak di sekitar sendi [10].

**2.5. Sendi Pergelangan Tangan**

Sendi pergelangan tangan adalah titik penting dari koordinasi pergelangan tangan dan tangan. Sendi ini tersusun oleh ujung distal radius dan terutama dua tulang dari barisan proksimal tulang *carpal skafoid* dan *lunata* [11]. Sendi ini juga termasuk sebagai sendi *biaksial* yang memungkinkan gerakan fleksi dan ekstensi serta deviasi *radialis* dan deviasi *ulnaris*. Kombinasi dari keempat gerakan ini dikenal sebagai *sirkumduksi* [12].

**2.6. Sistem Pakar**

Sistem pakar adalah sistem berbasis komputer yang memanfaatkan pengetahuan, fakta, dan teknik penalaran untuk mengatasi masalah yang sering kali memerlukan keahlian khusus seorang pakar di bidang tersebut [13].

Sistem pakar merupakan bagian dari bidang Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence*) yang telah ada sejak pertengahan tahun 1960-an, menunjukkan bahwa sistem ini telah lama dikembangkan [14].

Bentuk umum sistem pakar adalah suatu program yang dibuat berdasarkan suatu rangkaian aturan untuk menganalisis informasi (biasanya diberikan oleh pengguna suatu sistem), dan analisis matematis dari masalah tersebut. Tergantung dari desainnya, sistem pakar juga mampu merekomendasikan suatu rangkaian tindakan pengguna untuk menerapkan koreksi. Sistem ini memanfaatkan kapabilitas penalaran untuk mencapai suatu kesimpulan [15].

**2.7. Certainty Factor (CF)**

Metode *Certainty Factor* adalah metode untuk menggabungkan tingkat kepercayaan dan ketidakpercayaan menjadi satu nilai tunggal. Dalam teori kepastian, informasi kualitatif direpresentasikan sebagai tingkat keyakinan. Terdapat dua tahap dalam cara mewakili informasi kualitatif ini. Tahap pertama adalah kemampuan untuk menyatakan tingkat

keyakinan sesuai dengan pendekatan yang digunakan [14].

Rumus umum yang biasa digunakan dalam metode *certainty factor* didefinisikan sebagai persamaan berikut [4]:

$$CF(H, E) = MB(H, E) - MD(H, E) \tag{1}$$

Keterangan :

- $CF(H, E)$  : *certainty factor* dari hipotesis H yang dipengaruhi oleh gejala (evidence) E. Besarnya CF berkisar antara -1 sampai 1, dengan nilai -1 menunjukkan ketidakpercayaan mutlak, sedangkan nilai 1 menunjukkan kepercayaan mutlak.
- $MB(H, E)$  : ukuran kepercayaan (*measure of increased belief*) terhadap hipotesis H yang dipengaruhi oleh gejala E.
- $MD(H, E)$  : ukuran ketidakpercayaan (*measure of increased disbelief*) terhadap hipotesis H yang dipengaruhi oleh gejala E.

Pada implementasi sistem pakar diagnosis cedera ini akan menggunakan persamaan berikut:

$$CF(H, E)1 = CF(H) * CF(E) \tag{2}$$

$$CFcombine = CF(H, E)1 + CF(H, E)2 * [1 - CF(H, E)1] \tag{3}$$

$$CFcombine = CFold + CF(H, E)3 * [1 - CFold] \tag{4}$$

Hingga ke-n.

$$CFpersentase = CFcombine * 100 \tag{5}$$

Keterangan:

- H : hipotesis (dugaan/CFpakar)
- E : *evidence* (peristiwa/fakta/CFuser)
- $CF(H, E)$  : hasil perhitungan dari H dan E ( $CF_{gejala}$ )
- $CFold$  : hasil perhitungan  $CFcombine$  sebelumnya
- $CFcombine$  : hasil perhitungan penggabungan korelasi
- $CFpersentase$  : hasil pembulatan dari  $CFcombine$

**3. METODE PENELITIAN**

**3.1. Alur Penelitian**

Alur penelitian yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa langkah-langkah. Kerangka alur penelitian tersebut dapat dilihat dalam Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Alur Penelitian

**3.2. Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung di Praktek Mandiri Fisioterapi “PhysioMU Jogja” untuk memperoleh gambar awal terkait diagnosis cedera bahu, siku dan pergelangan tangan. Selain itu, dilakukan juga wawancara dengan pakar fisioterapi bernama Damha Al Banna, SST.Ftr., M.Fis., AIFO untuk mendapatkan informasi yang lebih mendalam mengenai gejala, jenis cedera, proses pendiagnosisan yang diinginkan, serta langkah-langkah pengobatannya.

**3.3. Perancangan Basis Pengetahuan**

Dasar pengetahuan merupakan inti dari program sistem pakar ini yang merupakan pengetahuan yang penyimpanan dasar-dasar aturan data cedera bahu, siku dan pergelangan tangan yang bersumber dari seorang pakar. Proses yang digunakan dalam aplikasi yang dapat dilihat pada Tabel 1 sampai dengan Tabel 4.

Tabel 1. Cedera bahu

Kode Cedera	Nama Cedera
P01	Bursitis Subacromial
P02	Capsulitis Adhesivu
P03	Tendinitis Supraspinatus
P04	Tendinitis Bicipitalis
P05	Rotator Cuff

Tabel 2. Cedera Siku

Kode Cedera	Nama Cedera
P06	Tennis's elbow
P07	Golfer's elbow

Tabel 3. Cedera Pergelangan Tangan

Kode Cedera	Nama Cedera
P08	Carpal Tunnel Syndrome
P09	De Quervain's Terosynovitis
P10	Trigger Finger

Tabel 4. Gejala Cedera

Kode Cedera	Kode Gejala	Nama Gejala
P01	G01	Nyeri Gerak Abduksi 30 Derajat Sampai 70 Derajat
P01	G02	Kemacetan Gerak Abduksi 30 Derajat Sampai 70 Derajat
P01	G03	Tes Painfull Arc Positif
P01	G04	Nyeri Tekan Di Bursa Subacromial
P02	G05	Ada Gangguan Pola Kapsuler
P02	G06	Keterbatasan Gerak Eksorotasi, Abduksi Dan Endorotasi
P02	G07	Indikasi Adanya Sublukasi
P03	G08	Nyeri Gerak Abduksi
P03	G09	Tes Drop Arm Positif
P03	G10	Nyeri Tekan Di Tendon Otot Supraspinatus
P04	G11	Nyeri Gerak Ke Arah Fleksi Shoulder
P04	G12	Nyeri Tekan Di Tendon Otot Bicep
P04	G13	Pemeriksaan Yergason Positif

Kode Cedera	Kode Gejala	Nama Gejala
P05	G14	Nyeri Gerak Pada Otot Rotator Cuff (Supraspinatus, Infraspinatus, Tereminor Dan Subcapularis)
P05	G15	Nyeri Gerak Ketika Abduksi Dan Fleksi
P06	G16	Nyeri Di Siku Sisi Luar
P06	G17	Tes Ekstension Wrist Melawan Tekanan
P06	G18	Tes Mill's Positif
P06	G19	Tes Cozen Positif
P06	G20	Tes Mouchly's Positif
P07	G21	Nyeri Di Siku Sisi Dalam
P07	G22	Tes Golfer's elbows positif
P07	G23	Ketegangan pada tendon otot fleksor wrist
P08	G24	Tes Tinel Positif, Phalen Positif, Dan Prayer Positif
P08	G25	Nyeri Di Terowongan Carpal
P08	G26	Terjadi Kesemutan Di Jari Telunjuk, Jari Tengah Dan Setengah Jari Manis
P08	G27	Terjadi Pengecilan Otot Pada Jari Tangan
P09	G28	Tes Finkelstein Positif
P09	G29	Peradangan Di Otot Extensor Policis Brevis Dan Abductor Policis Longus
P09	G30	Nyeri Tekan Di Ibu Jari
P10	G31	Terjadi Kemacetan Gerak Di Jari-Jari
P10	G32	Adanya Peradangan Pada Tendon Fleksor Jari-Jari
P10	G33	Adanya Gambaran Jari Pelatuk
P10	G34	Jari Tangan Kaku Dan Kesemutan
P10	G35	Jari Tangan Sakit Saat Ditekuk

Tabel 5. Bobot Gejala

Kode Cedera	Kode Gejala	Bobot
P01	G01	0.4
P01	G02	0.6
P01	G03	1
P01	G04	0.2
P02	G05	1
P02	G06	0.8
P02	G07	0.6
P03	G08	0.4
P03	G09	1
P03	G10	0.6
P04	G11	0.4
P04	G12	0.6
P04	G13	1
P05	G14	1
P05	G15	0.6
P06	G16	0.8
P06	G17	1
P06	G18	1
P06	G19	1
P06	G20	1
P07	G21	0.8
P07	G22	1

Kode Cedera	Kode Gejala	Bobot
P07	G23	0.4
P08	G24	1
P08	G25	0.8
P08	G26	0.8
P08	G27	0.4
P09	G28	1
P09	G29	0.8
P09	G30	0.8
P10	G31	0.8
P10	G32	0.6
P10	G33	1
P10	G34	0.6
P10	G35	0.6

**3.4. Struktur Menu Admin**

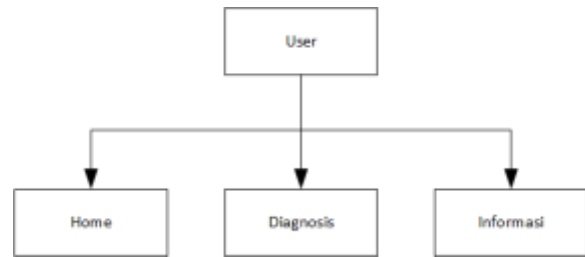
Struktur menu admin terdiri dari beberapa bagian penting yang meliputi *Home*, Data Cedera dengan subbagian Data Penyebab dan Data Solusi, Data Gejala, Pembobotan, Riwayat Diagnosa dan Akun. *Home* menyajikan ringkasan informasi utama, sementara Data Cedera memuat detail cedera dan solusinya. Data Gejala memberikan daftar gejala yang terkait, sementara Pembobotan digunakan untuk penilaian bobot gejala pada setiap cedera. Riwayat Diagnosa mencatat diagnosa sebelumnya, sedangkan bagian Akun digunakan untuk mengelola informasi pribadi dan administratif admin. Dengan struktur ini, admin dapat mengelola sistem dengan lebih terorganisir dan efisien, memudahkan navigasi dan manajemen data yang berkaitan. Struktur menu admin dapat dilihat di Gambar 2.



Gambar 2. Struktur Menu Admin

**3.5. Struktur Menu User**

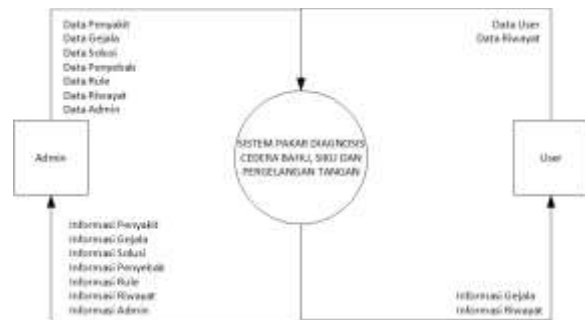
Struktur menu *user* sederhana terdiri dari tiga bagian utama yaitu *Home*, Diagnosa dan Informasi. Bagian *Home* menyediakan halaman utama aplikasi, sedangkan Diagnosa memungkinkan pengguna untuk melakukan diagnosa kondisi kesehatan. Bagian Informasi berisi detail tentang aplikasi dan petunjuk penggunaannya. Dengan struktur ini, pengguna dapat dengan mudah mengakses beranda, melakukan diagnosa, dan mendapatkan informasi penting tentang aplikasi serta cara penggunaannya. Struktur menu *user* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur Menu User

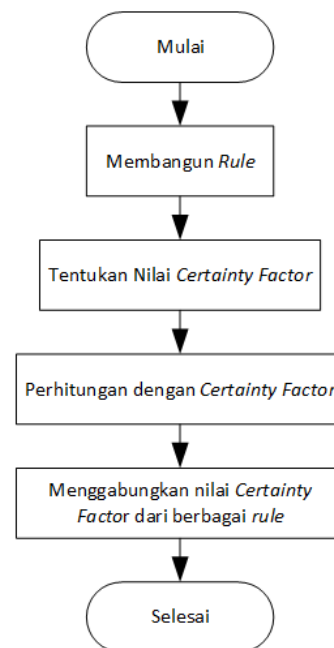
**3.6. Data Flow Diagram (DFD)**

*Data Flow Diagram* (DFD) adalah representasi visual yang memperlihatkan pergerakan informasi atau data dari satu komponen ke komponen lain dalam suatu sistem informasi. Di dalam DFD juga menyediakan informasi mengenai *input* dan *output* dari tiap entitas dan proses itu sendiri. Untuk diagram konteks dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Konteks

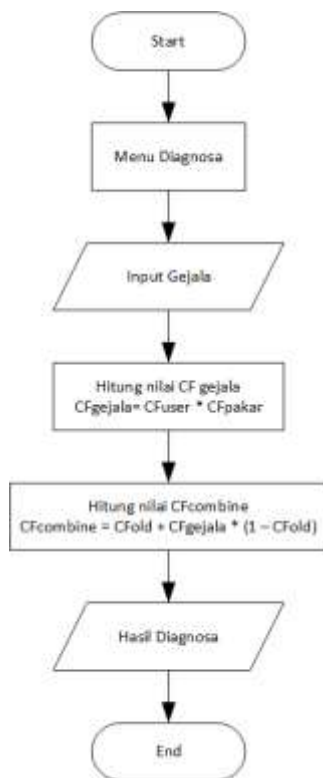
**3.7. Flowchart Certainty Factor**



Gambar 5. Flowchart Certainty Factor

Proses pada Gambar 5 dimulai dengan pembangunan aturan yang diperlukan untuk sistem. Setelah aturan dibangun, langkah selanjutnya adalah menentukan nilai *Certainty Factor* (CF) untuk setiap aturan yang telah dibuat. Setelah nilai CF ditentukan, dilakukan perhitungan menggunakan *certainty factor* untuk menghasilkan *output* yang diinginkan. Selanjutnya, nilai CF dari masing-masing aturan dikombinasikan untuk mendapatkan nilai akhir. Proses ini berlangsung hingga selesai, dan ketika semua langkah telah dilakukan, proses dianggap selesai.

**3.8. Flowchart Sistem**



Gambar 6. Flowchart Sistem

Beberapa langkah proses pada Gambar 6 dimulai dengan memilih menu diagnosa. Pengguna akan diminta untuk memasukkan gejala yang dialami. Setelah gejala dimasukkan, sistem akan memproses diagnosa sesuai dengan gejala yang telah dipilih dan akan menghitung nilai berdasarkan metode *certainty factor*. Dalam proses diagnosis yang digunakan, aturan *certainty factor* kunci dalam menentukan hasil diagnosa atau *output*. Hubungan antara *input* gejala dengan *output* adalah *input* gejala dimasukkan oleh pengguna dan sistem akan memproses gejala tersebut menggunakan aturan yang sudah ditentukan untuk menghasilkan *output* berupa kemungkinan cedera dengan persentase nilai keyakinan tertinggi beserta penyebab dan solusinya.

Pertama, sistem menghitung nilai CFgejala berdasarkan CFuser (nilai kepercayaan pengguna) dan CFpakar (nilai kepercayaan pakar) yang telah

dimasukkan sebelumnya. Nilai CFgejala dihitung dengan mengalikan CFuser dengan CFpakar. Langkah berikutnya adalah menentukan CFcombine dilakukan dengan persamaan (3) dan persamaan (4). Setelah itu, sistem mengalikan hasil CFcombine dengan persentase 100% untuk mendapatkan persentase nilai keyakinan. *Output* dari sistem berupa hasil diagnosa kemungkinan cedera dengan nilai persentase tertinggi beserta penyebab dan solusinya.

**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1. Hasil Penelitian**

Penelitian ini bertujuan mengembangkan Sistem Pakar yang dapat mendiagnosis cedera bahu, siku dan pergelangan tangan. Tampilan Halaman Login Admin dapat dilihat dalam Gambar 7. Fungsinya adalah untuk memverifikasi hak akses pengguna terhadap sistem yang telah dikembangkan.



Gambar 7. Halaman Login

Tampilan Halaman Home Admin terlihat dalam Gambar 8. Halaman ini bertujuan untuk memungkinkan admin untuk memasukkan atau menambahkan data cedera bahu, siku, dan pergelangan tangan.



Gambar 8. Halaman Home Admin

Tampilan Halaman Cedera dapat dilihat dalam Gambar 9. Tujuan utama dari halaman ini adalah memungkinkan admin untuk memasukkan atau menambahkan, menghapus dan mengubah data cedera pada bahu, siku, dan pergelangan tangan. Data-data tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 sampai dengan Tabel 3.





Gambar 9. Halaman Cedera

Tampilan Halaman Gejala dapat dilihat dalam Gambar 10. Tujuan utama dari halaman ini adalah memungkinkan admin untuk memasukkan atau menambahkan, menghapus dan mengubah data gejala cedera pada bahu, siku, dan pergelangan tangan. Data-data tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.



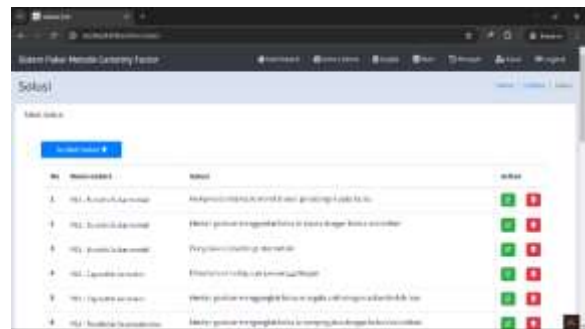
Gambar 10. Halaman Gejala

Tampilan Halaman Penyebab dapat dilihat dalam Gambar 11. Tujuan utama dari halaman ini adalah memungkinkan admin untuk memasukkan atau menambahkan, menghapus dan mengubah data penyebab cedera pada bahu, siku, dan pergelangan tangan.



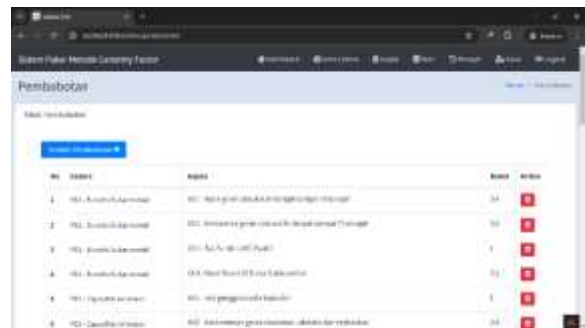
Gambar 11. Halaman Penyebab

Tampilan Halaman Solusi dapat dilihat dalam Gambar 12. Tujuan utama dari halaman ini adalah memungkinkan admin untuk memasukkan atau menambahkan, menghapus dan mengubah data solusi cedera pada bahu, siku, dan pergelangan tangan.



Gambar 12. Halaman Solusi

Tampilan Halaman Pembobotan dapat dilihat dalam Gambar 13. Tujuan utama dari halaman ini adalah memungkinkan admin untuk memasukkan atau menambahkan dan menghapus data bobot gejala cedera pada bahu, siku, dan pergelangan tangan.



Gambar 13. Halaman Pembobotan

Tampilan Halaman *Home User* dapat dilihat dalam Gambar 14. Tujuan utama dari halaman ini adalah untuk memilih bagian cedera yang ingin didiagnosis secara mandiri oleh pengguna.



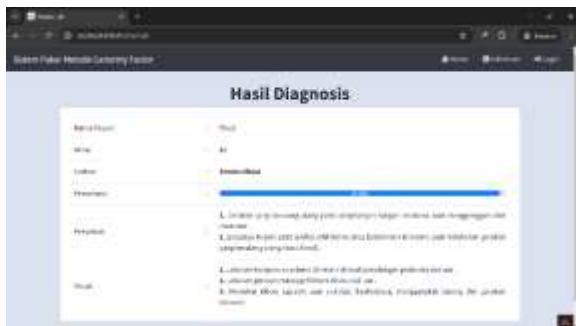
Gambar 14 Halaman *Home User*

Tampilan Halaman Diagnosis dapat dilihat dalam Gambar 15. Tujuan utama dari halaman ini adalah untuk pengguna melakukan diagnosa dengan memilih gejala dan melakukan perhitungan *certainty factor*.



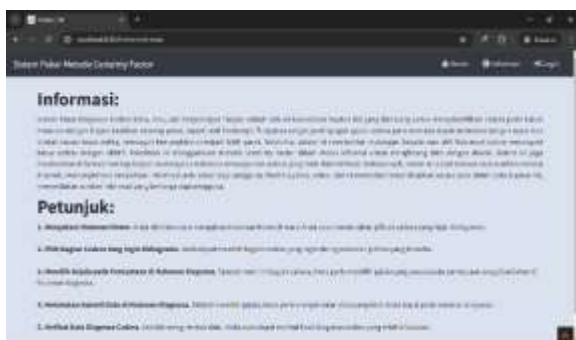
Gambar 15 Halaman Diagnosis

Tampilan Halaman Diagnosis dapat dilihat dalam Gambar 16. Tujuan utama dari halaman ini adalah untuk menampilkan hasil diagnosa dari perhitungan *certainty factor* dan menampilkan solusi dari hasil diagnosa tersebut.



Gambar 16 Halaman Hasil Diagnosis

Tampilan Halaman Informasi dapat dilihat dalam Gambar 17. Tujuan utama dari halaman ini adalah untuk memberikan informasi tentang aplikasi “Sistem Pakar Diagnosis Cedera Bahu, Siku dan Pergelangan Tangan” dan petunjuk untuk menggunakan aplikasi tersebut.



Gambar 17 Halaman Informasi

4.2. Pembahasan

Proses penerapan *certainty factor* (CF) pada penelitian ini terjadi saat seorang pasien ingin mengetahui kemungkinan cedera yang dialaminya sebelum berkonsultasi dengan dokter, berdasarkan beberapa gejala yang dirasakannya. Contoh gejala pada kasus ini tercantum dalam Tabel 6.

Tabel 6. Gejala yang dirasakan pengguna

Gejala yang dirasakan (E)	Hipotesis (H)
G16 - Nyeri Di Siku Sisi Luar	0.8
G17 - Tes <i>Ekstension Wrist</i> Melawan Tekanan	1.0
G18 - Tes <i>Mill's</i> Positif	1.0

Lalu, perhitungan nilai CF antara CFpakar dan CFuser dilakukan menggunakan persamaan (2). Hasil perhitungannya terdokumentasi dalam Tabel 7.

Tabel 7. Perhitungan nilai CFpakar dengan CFuser

CF	CFpakar (H)		CFuser (E)	CF(H,E)
1	0.8	X	0.8	0.64
2	1	X	0.8	0.8
3	1	X	0.8	0.8

Selanjutnya, dilakukan kombinasi nilai CF dari masing-masing aturan. Dikombinasikan CF1 sampai CF3 dengan persamaan (3) dan persamaan (4) pada Tabel 8, sebagai berikut:

Tabel 8. Perhitungan nilai CFcombine

1. Nyeri Di Siku Sisi Luar dan Tes <i>Ekstension Wrist</i> Melawan Tekanan	
CFcombine(CF1, CF2)	= CF1 + CF2 * (1-CF1)
	= 0.64 + 0.8 * (1-0.64)
	= 0.64 + 0.288
	= 0.928 CFold
2. <i>Mill's</i> Tes Positif dan CFold	
CFcombine(CFold, F3)	= CFold+CF3 * (1-CFold)
	= 0.928 + 0.8 * (1-0.928)
	= 0.928 + 0.072
	= 0.9856 CFold

Langkah terakhir yaitu menghitung tingkat persentase keyakinan dengan mengalikan CFcombine dengan 100% menggunakan persamaan (5) pada Tabel 9, sebagai berikut:

Tabel 9. Perhitungan nilai CFpersentase

CFpersentase	= CFcombine * 100%
	= 0.9856 * 100%
	= 98.56%

Berdasarkan tabel gejala cedera, gejala yang dipilih menunjukkan adanya indikasi cedera *Tennis Elbow* pada pasien Wxx, dengan tingkat keyakinan sebesar 98.56%.

Berikut merupakan hasil validasi berdasarkan perhitungan data rekam medis dan sistem menggunakan inferensi dan perhitungan *certainty factor*. Validasi ditunjukkan pada Tabel 10.



Tabel 10. Validasi Hasil Diagnosa

No	Nama Pasien	Hasil Diagnosa		Validasi
		Pakar	Sistem	
1	Yxx Wxx	Golfer's Elbow	Golfer's Elbow	S
2	Wxxx	Capsulitis Adhesiva	Capsulitis Adhesiva	S
3	Wxx	Tennis Elbow	Tennis Elbow	S
4	Nxx Sxx	De Quervain's Tenosynovitis	De Quervain's Tenosynovitis	S
5	Sxx Bxx Uxx	De Quervain's Tenosynovitis	De Quervain's Tenosynovitis	S
6	Nxx	De Quervain's Tenosynovitis	De Quervain's Tenosynovitis	S
7	Yxx	Capsulitis Adhesiva	Capsulitis Adhesiva	S
8	Exx	Capsulitis Adhesiva	Capsulitis Adhesiva	S
9	Axx	Capsulitis Adhesiva	Capsulitis Adhesiva	S
10	Fxx	Tennis Elbow	Tennis Elbow	S
11	Yxx Rxx	Capsulitis Adhesiva	Capsulitis Adhesiva	S
12	Txx	Tennis Elbow	Tennis Elbow	S
13	Nxx Nxx	Tendinitis Bicipitalis	Tendinitis Bicipitalis	S
14	Rxx Sxx	De Quervain's Tenosynovitis	De Quervain's Tenosynovitis	S
15	Bxx	Tendinitis Bicipitalis	Bursitis Subacromial	TS
16	Anxx	De Quervain's Tenosynovitis	De Quervain's Tenosynovitis	S
17	Sxx	Bursitis Subacromial	Bursitis Subacromial	S
18	Sxx	Tendinitis Supraspinatus	Tendinitis Supraspinatus	S
19	Dxx	Tennis Elbow	Tennis Elbow	S
20	Yxx	De Quervain's Tenosynovitis	De Quervain's Tenosynovitis	S
21	Rxx	Carpal Tunnel Syndrome	Carpal Tunnel Syndrome	S
22	Dxx	Carpal Tunnel Syndrome	Carpal Tunnel Syndrome	S
23	Axx	Tendinitis Bicipitalis	Tendinitis Bicipitalis	S
24	Sxx	Tendinitis Bicipitalis	Tendinitis Bicipitalis	S
25	Sxx Nxx	Tendinitis Supraspinatus	Tendinitis Supraspinatus	S
26	Hxx	Tendinitis Supraspinatus	Tendinitis Supraspinatus	S
27	Nxx Sxx	De Quervain's Tenosynovitis	De Quervain's Tenosynovitis	S
28	Sxx Bxx Ixx	Tennis Elbow	Tennis Elbow	S
29	Sxx	Bursitis Subacromial	Bursitis Subacromial	S
30	Sxx	Rotator Cuff	Rotator Cuff	S

Keterangan:

S : Sesuai

TS : Tidak Sesuai

Tabel ini menyajikan hasil diagnosa dari beberapa pasien yang dilakukan oleh pakar dan sistem. Sebagian besar hasil diagnosa sistem cocok dengan hasil diagnosa yang diberikan oleh pakar, menunjukkan tingkat validasi yang tinggi. Namun, terdapat satu kasus di baris ke-15 di mana hasil diagnosa sistem tidak sejalan dengan hasil diagnosa pakar, yang menghasilkan tanda "TS" untuk menandai ketidaksesuaian tersebut.

Dari 30 data diagnosa yang diuji, terdapat persentase validasi pada Tabel 11, sebagai berikut:

Tabel 11. Persentase Validasi

Validasi Sistem	Jumlah data	Persentase
Sesuai	29	96.67%
Tidak Sesuai	1	3.33%

Dari tabel yang disajikan, dapat disimpulkan bahwa sistem memiliki tingkat validasi yang tinggi dalam mendiagnosis kondisi medis. Dari total 30 data pasien yang telah didiagnosis, 29 di antaranya sesuai dengan hasil diagnosa yang diberikan oleh pakar, mencapai persentase validasi sistem sebesar 96.67%.

Hanya ada satu kasus di mana hasil diagnosa sistem tidak sejalan dengan hasil diagnosa pakar, yang mewakili 3.33% dari total data. Meskipun demikian, hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi dalam mendiagnosis kondisi medis.

#### 4.3. Pengujian Fungsional Sistem

Dalam proses pengujian fungsional, fitur-fitur yang ada dalam sistem pakar diagnosis cedera bahu, siku dan pergelangan tangan akan diuji. Detail pengujian fitur-fitur dapat dilihat pada Tabel 12, sebagai berikut:

Tabel 12. Pengujian Fungsional Sistem

Akses	Fungsi	Browser	
		Google Chrome	Microsoft Edge
Admin	Login Admin	✓	✓
	Tambah Penyakit	✓	✓
	Edit Penyakit	✓	✓
	Hapus Penyakit	✓	✓
	Tambah Penyebab	✓	✓
	Edit Penyebab	✓	✓
	Hapus Penyebab	✓	✓
	Tambah Solusi	✓	✓
	Edit Solusi	✓	✓
	Hapus Solusi	✓	✓
	Tambah Gejala	✓	✓

Akses	Fungsi	Browser	
		Google Chrome	Microsoft Edge
	Edit Gejala	✓	✓
	Hapus Gejala	✓	✓
	Tambah Rule	✓	✓
	Hapus Rule	✓	✓
	Logout	✓	✓
User	Memilih Bagian Cedera	✓	✓
	Klik tombol mulai diagnosa	✓	✓
	Klik radio button tingkat keyakinan	✓	✓
	Klik tombol reset	✓	✓
	Klik diagnosa pada tombol proses	✓	✓
	Hasil diagnosis	✓	✓

Keterangan :

✓ : Berhasil

× : Tidak Berhasil

### 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Sistem pakar diagnosis cedera bahu, siku dan pergelangan tangan menggunakan metode *certainty factor* dapat membantu pengguna untuk mengidentifikasi awal dan mendiagnosis cedera pada bahu, siku dan pergelangan tangan yang mungkin dialami oleh pengguna, sekaligus melakukan solusi yang disarankan. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan menggunakan 30 data uji menghasilkan nilai akurasi sistem dengan persentase sebesar 96.67%. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah memperluas cakupan sistem pakar dengan menambah fitur-fitur guna meningkatkan keakuratan diagnosis.

### DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Pamungkas dan C. Chazar, "SISTEM PAKAR DIAGNOSA CEDERA LUTUT PADA PEMAIN SEPAK BOLA MENGGUNAKAN METODE CERTAINTY FACTOR," *Jurnal Informasi*, vol. 14, no. 1, hlm. 1–10, Jul 2022.

[2] D. Pramana, P. S. Ramadhan, dan Elfutriani, "Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Covid-19 Dengan Menggunakan Metode Certainty Factor," *Jurnal CyberTech*, vol. 1, no. 2, hlm. 104–114, Okt 2021.

[3] W. A. Pratama, Dr. I. M. G. Sunarya, dan I. N. E. Mertayasa, "Sistem Pakar Untuk Diagnosa Penyakit Nyeri Akut Menggunakan Metode Certainty Factor Dan Forward Chaining Berbasis Web," *Kumpulan Artikel Mahasiswa Pendidikan*

*Teknik Informatika (KARMAPATI)*, vol. 11, no. 2, hlm. 200–212, 2022.

[4] N. E. Rahmawati dan A. A. Arifiyanti, "Diagnosis Penyakit Dengan Metode Certainty Factor," *Seminar Nasional Informatika Bela Negara (SANTIKA)*, vol. 1, hlm. 50–54, 2020.

[5] R. I. Borman, R. Napianto, P. Nurlandar, dan Z. Abidin, "IMPLEMENTASI CERTAINTY FACTOR DALAM MENGATASI KETIDAKPASTIAN PADA SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT KUDA LAUT," *JURTEKSI (Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi)*, vol. VII, no. 1, Des 2020.

[6] M. Safitri, F. Insani, Novi Yanti, dan L. Oktavia, "Sistem Pakar Diagnosa Gangguan Stress Pasca Trauma Menggunakan Metode Certainty Factor," *Jurnal Sistem Komputer dan Informatika (JSON)*, vol. 4, no. 4, hlm. 594–603, Jun 2023.

[7] I. B. Fauzi dan B. Priyonoadi, "KLASIFIKASI DAN PEMAHAMAN PENANGANAN CEDERA PADA SAAT LATIHAN MENARI," *MEDIKORA: Jurnal Ilmiah Kesehatan Olahraga*, vol. 17, no. 1, hlm. 45, 2018.

[8] I. Safei, H. S. B. Sastradimadja, dan M. A. Moeliono, "Shoulder Hand Syndrome," *UMI Medical Journal : Jurnal Kedokteran*, vol. 4, no. 1, hlm. 1–17, Jun 2019.

[9] G. N. Tanudjaja, "GANGGUAN MANSSET ROTATOR SENDI BAHU," *Jurnal Biomedik:JBM*, vol. 6, no. 3, Des 2014.

[10] B. Priyonoadi, "PERAWATAN CEDERA SIKU," *MEDIKORA: Jurnal Ilmiah Kesehatan Olahraga*, vol. 3, no. 2, hlm. 1–27, Okt 2007.

[11] E. Purnomo, *ANATOMI FUNGSIONAL*. Lintang Pustaka Utama Yogyakarta, 2019.

[12] Al-Muqsith, *ANATOMI DAN BIOMEKANIK SEDI SIKU DAN PERGELANGAN TANGAN*. Unimal Press, 2018.

[13] M. Silmi, E. Sarwoko, dan Kushartantya, "Sistem Pakar Berbasis Web Dan Mobile Web Untuk Mendiagnosis Penyakit Darah Pada Manusia Dengan Menggunakan Metode Inferensi Forward Chaining," *Jurnal Masyarakat Informatika*, vol. 4, no. 7, hlm. 31, 2013.

[14] Kusriani, *Sistem Pakar, Teori dan Aplikasinya*. Andi, 2006.

[15] L. Marlinda, *SISTEM PAKAR PERANCANGAN DAN PEMBAHASAN; Metode Chaining, Certainty Faktor, Fuzzy Logik*. GRAHA ILMU, 2021.