

# **Sistem Pakar Diagnosa Gizi Buruk Pada Balita Menggunakan Metode Forward Chaining**

**M. Zaky Ramadhan Z\*, Fitriani Muttakin, Zarnelly, Inggh Permana**

Fakultas Sains dan Teknologi, Sistem Informasi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Pekanbaru, Indonesia

Email: <sup>1</sup>\*11950314890@students.uin-suska.ac.id, <sup>2</sup>fitrianimuttakin@uin-suska.ac.id, <sup>3</sup>zarnelly@uin-suska.ac.id,

<sup>4</sup>ingghpermana@uin-suska.ac.id

Email Penulis Korespondensi: 11950314890@students.uin-suska.ac.id

**Abstrak-**Dalam masa pertumbuhan dan perkembangan anak, nutrisi yang tidak memadai dapat menghambat perkembangan fisik dan intelektual. Meskipun banyak orang menganggap masalah ini sebagai hal yang biasa, mengabaikannya dapat menyebabkan konsekuensi yang parah. Untuk mengatasi tantangan terbatasnya jumlah ahli gizi dan jumlah pasien yang terus bertambah, penelitian ini memperkenalkan sistem pakar yang dirancang untuk mengidentifikasi malnutrisi pada balita. Sistem pakar melakukan diagnosis malnutrisi berdasarkan gejala yang diamati dan menawarkan rekomendasi untuk mengatasi masalah yang terkait dengan malnutrisi pada balita. Sistem pakar ini bertujuan untuk memberdayakan orang tua agar dapat secara mandiri mengidentifikasi jenis malnutrisi pada anak mereka, sehingga berpotensi mengurangi kekurangan ahli gizi dalam sistem pelayanan kesehatan. Pakar dalam penelitian ini adalah seorang ahli gizi yang bekerja di Puskesmas Berkilau Pangkalan Kerinci 2. Jika basis pengetahuan dan aturan produksi, yang terdiri dari informasi yang komprehensif dan akurat, sudah tersedia, mereka dapat diterapkan untuk mengembangkan mesin inferensi. Pada tahap ini, aplikasi memandu pengguna dalam memasukkan fakta (karakteristik), sehingga memungkinkan dihasilkannya kesimpulan terkait tingkat gizi balita. Pengetahuan yang tersimpan di dalam basis pengetahuan dan aturan produksi berfungsi sebagai fondasi untuk mesin inferensi.

**Kata Kunci:** Sistem Pakar; Diagnosa; Gizi Buruk; Balita; Forward Chaining

**Abstract-**During a child's growth and development, inadequate nutrition can impede both physical and intellectual development. Although many people perceive these issues as commonplace, neglecting them can lead to severe consequences. To address the challenge of a limited number of nutritionists and a growing number of patients, this final project introduces an expert system designed to identify malnutrition in toddlers. The expert system conducts a diagnosis of malnutrition based on observed symptoms and offers recommendations for addressing the issues associated with malnutrition in toddlers. This expert system aims to empower parents to independently identify their children's malnutrition types, potentially alleviating the shortage of nutritionists in the healthcare system. The expert in this study is a nutritionist working at Puskesmas Berkilau Pangkalan Kerinci 2. If the knowledge base and production rules, which consist of comprehensive and accurate information, are in place, they can be applied to develop an inference engine. In this phase, the application guides users in inputting facts (characteristics), enabling the generation of conclusions related to toddler nutrition levels. The knowledge stored in the knowledge base and production rules serves as the foundation for the inference engine.

**Keywords:** Expert System; Diagnosis; Malnutrition; Toddler; Forward Chaining

## **1. PENDAHULUAN**

Pada proses tumbuh kembang seorang anak terdapat faktor yang mempengaruhi proses perkembangan seorang anak yaitu buruknya gizi dialami anak tersebut, gizi buruk juga dapat menghambat kecerdasan anak. Gizi buruk adalah kondisi dimana keadaan bayi dan balita kekurangan asupan gizi yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan pertumbuhan, perkembangan, dan fungsi tubuh[1][2]. Kondisi tersebut termasuk kedalam kekurangan energi dan protein (KEP) tingkat berat hal ini dapat menyebabkan kurangnya asupan energi, protein dan zat gizi mikro. Gizi buruk seringkali terjadi pada balita. Hal tersebut ditandai oleh status gizi sangat kurus atau terdapat edema pada kedua punggung kaki hingga seluruh tubuh. Secara antropometri (BB/TB) yaitu  $< -3$  SD, apabila terdapat edema berat BB/TB  $> -3$  SD. Gizi buruk secara tidak langsung menjadi salah satu penyebab kematian pada anak[3].

Salah satu penyebab utama masalah gizi buruk pada balita adalah asupan makanan yang tidak seimbang dan pola makanan yang dikonsumsi oleh bayi dan balita salah, balita yang sangat membutuhkan makanan yang sehat dan seimbang yang mengandung semua nutrisi yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan, kurangnya informasi terkait kesehatan, berbagai macam infeksi dapat muncul karena kurangnya perawatan balita dan layanan kesehatan yang buruk, ekonomi yang buruk dapat memperburuk lingkungan tempat tinggalnya. Untuk menilai kecukupan gizi dan pertumbuhan pada balita, indikator pengukuran antropometri juga dapat digunakan sebagai alat pengukur kecukupan gizi[4].

Penderita gizi buruk terbesar diseluruh dunia adalah anak-anak. Di Asia terdapat lebih dari 70% kasus gizi buruk pada anak, di Afrika terdapat sebanyak 26% dan di Amerika sebanyak 4%. Berdasarkan data Rikesdas (2013) terdapat sebanyak 5,7 % balita dengan gizi buruk. Di Provinsi Riau pada tahun 2020 terdapat sebanyak 1,36% balita mengalami gizi buruk. Pada tahun 2021 terjadi penurunan balita gizi buruk menjadi 0,63%. Kabupaten Pelalawan yang terdiri dari 12 kecamatan memiliki ahli gizi berjumlah 7 orang. Di pelalawan terdapat 1,4% balita dengan gizi buruk dan gizi kurang berdasarkan BB/U berdasarkan data profil kesehatan provinsi Riau tahun 2021[5][6].

Untuk memudahkan pihak layanan kesehatan diperlukan aplikasi diagnosis gizi buruk pada bayi yang dapat mengatasi permasalahan tersebut. Aplikasi yang dibutuhkan adalah sistem pakar. Sistem pakar yang digunakan meliputi dari basic pengetahuan yang memiliki struktur untuk melakukan analisis data, mendapatkan sebuah pola dan mampu menawarkan sebuah solusi. Sistem pakar tersebut akan mendiagnosis gizi buruk berdasarkan gejala dan menawarkan solusi untuk masalah gizi buruk pada balita. Sistem pakar ini nantinya dapat memudahkan setiap orang tua untuk

mengetahui secara mandiri jenis gizi buruk anaknya, serta dapat membantu pemerintah dalam mengatasi kekurangan ahli gizi. Sistem ini juga mampu meningkatkan efisiensi operasional serta dapat mengurangi biaya karena sistem dapat bekerja secara otomatis, sistem ini juga dapat melakukan konsisten dalam bekerja tanpa kelelahan. Terlebih dari banyaknya keuntungan yang didapat dari pengembangan sistem pakar ini terdapat masalah yang timbul diantaranya perlunya pemeliharaan sistem ataupun basis data, seringnya bermasalah pada akurasi data, dan banyak masalah pada integrasi teknologi lainnya. Diharapkan dengan adanya perkembangan pada teknologi sistem pakar dapat membantu memecahkan permasalahan yang kompleks disegala aspek dan bidang.

Sistem pakar adalah sebuah sistem komputer yang dirancang untuk meniru kemampuan pengambilan keputusan seorang ahli dalam suatu bidang tertentu. Sistem ini memanfaatkan basis pengetahuan yang terdiri dari fakta, aturan, dan heuristik yang disusun oleh pakar manusia, serta mesin inferensi yang mampu menarik kesimpulan atau rekomendasi berdasarkan informasi yang diberikan[7]. Sistem pakar digunakan dalam berbagai bidang seperti kedokteran, teknik, keuangan, dan manajemen. Contoh penerapannya meliputi diagnosis penyakit, perencanaan investasi, analisis kegagalan mesin, dan penilaian risiko. Keuntungan utama dari sistem pakar adalah kemampuannya untuk memberikan saran yang konsisten dan andal berdasarkan pengetahuan dan pengalaman seorang ahli, serta meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pengambilan keputusan[8].

*Forward chaining* merupakan metode penalaran yang digunakan dalam kecerdasan buatan, khususnya dalam sistem pakar dan sistem aturan bisnis. Metode ini merupakan pendekatan berbasis data yang dimulai dengan fakta-fakta yang diketahui dan menggunakan aturan inferensi untuk mendapatkan informasi baru hingga tujuan tercapai. Adapun keunggulan dalam menggunakan metode ini diantaranya metode *forward chaining* dapat bekerja dengan baik mulai dari pengumpulan data dan kemudian mencari kesimpulan dari informasi yang didapatkan, metode ini cocok digunakan dalam situasi dinamis dalam artian kondisi yang berubah-ubah[9][10].

Adapun penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dilakukan oleh Dewi Simanjuntak dan Anita Sindar pada tahun 2019 dengan menerapkan metode naïve Bayes classifier dalam deteksi gizi buruk pada balita. Pada kasus ini, perhitungan naïve Bayes classifier dengan 3 jenis penyakit memiliki gejala nomor G3, G6, G12, dan G13, diperoleh klasifikasi perkalian tertinggi sebesar 0,0013168617 dengan jenis penyakit Kwashiorkor[11]. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan sistem deteksi gizi buruk berbasis komputasi yang dapat membantu diagnosis dini dan penanganan yang tepat bagi balita yang terdampak.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Sandi Alam dan Gunadi Widi Nurcahyo pada tahun 2022 dengan mendiagnosa gizi buruk pada balita menggunakan metode CBR (Case Based Reasoning). Dalam penelitian ini, hasil probabilitas perhitungan dengan menggunakan metode CBR menunjukkan nilai keakuratan sebesar 95%, yang diimplementasikan dalam sistem ini dengan representasi pengetahuan berupa rule dan gejala[12]. Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan sistem deteksi gizi buruk pada balita dengan menggunakan pendekatan CBR, yang memungkinkan untuk diagnosis yang akurat dan penanganan yang lebih efektif berdasarkan kasus-kasus serupa yang telah terjadi sebelumnya.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Yolanda Anggraini dan rekan-rekannya pada tahun 2023 dalam mendiagnosa penyakit gigi menggunakan metode *forward chaining*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan metode *forward chaining* pada sistem pakar diagnosa gigi memiliki kelebihan dan kekurangan. Penelitian ini juga memberikan hasil faktor-faktor apa saja yang dapat mempengaruhi keberhasilan dalam penerapan metode *forward chaining* pada sistem pakar diagnosa penyakit gigi. Selain itu, penelitian ini juga mengidentifikasi manfaat yang diberikan oleh sistem pakar yang menggunakan metode *forward chaining*[13]. Hasil penelitian ini memberikan wawasan yang berharga dalam pengembangan sistem pakar di bidang diagnosa penyakit gigi, serta menyoroti pentingnya memahami kelebihan, kekurangan, dan faktor-faktor pengaruh dalam penerapan metode *forward chaining* dalam konteks ini.

Penelitian selanjutnya dilakukan pada tahun 2019 oleh Harry Wahyu Putra dan rekan-rekannya dalam diagnosa penyakit ginjal dengan metode *forward chaining*. Hasil dari penelitian ini adalah sistem yang mampu menentukan penyakit ginjal dari gejala-gejala yang dirasakan. Dalam penentuan penyakit ginjal dengan Sistem Pakar, dapat dihasilkan penentuan penyakit ginjal yang cepat dan tepat, sehingga penelitian ini sangat membantu dalam mengurangi risiko keterlambatan diagnosis penyakit ginjal[14]. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan teknologi di bidang kesehatan, khususnya dalam diagnosis penyakit ginjal, dengan menyediakan alat bantu yang efektif bagi para praktisi medis untuk mengidentifikasi kondisi pasien dengan lebih cepat dan akurat.

Penelitian selanjutnya adalah penelitian mengenai sistem pakar deteksi penyakit pada anak menggunakan metode *forward chaining* yang dilakukan oleh Meilinda Sari dan rekan-rekannya pada tahun 2020. Berdasarkan analisa yang dilakukan, dapat diketahui jenis penyakit yang diderita anak sehingga dapat dijadikan acuan sebagai pengambilan keputusan untuk mendiagnosa penyakit pada anak. Perhitungan Sistem Pakar ini menunjukkan persentase keberhasilan dari pakar[15]. Penelitian ini memberikan kontribusi yang signifikan dalam pengembangan teknologi di bidang kesehatan anak, dengan menyediakan metode yang efektif untuk deteksi dini penyakit serta memberikan panduan bagi praktisi medis dalam pengambilan keputusan diagnosa yang lebih tepat dan akurat.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan diagnosa gizi buruk dengan menggunakan metode *forward chaining* sehingga didapatkan hasil diagnosa yang diharapkan untuk dapat memudahkan pihak layanan kesehatan dalam mendapatkan diagnosa yang lebih tepat. Dengan menerapkan metode *forward chaining* dalam diagnosa gizi buruk, diharapkan sistem dapat mengidentifikasi gejala-gejala yang terkait dengan kondisi tersebut dan menyimpulkan dengan akurat mengenai tingkat keparahan serta jenis gizi buruk yang dialami oleh pasien. Hal ini dapat menjadi landasan bagi

praktisi kesehatan untuk memberikan intervensi yang sesuai dan tepat waktu guna memperbaiki status gizi pasien dan mencegah komplikasi yang lebih serius.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Sistem Pakar

Sistem Pakar adalah suatu kategori sistem kecerdasan buatan yang dibuat untuk meniru kemampuan seorang pakar manusia di suatu bidang khusus [16][17]. Sistem ini beroperasi dengan menggunakan pengetahuan eksplisit yang disediakan oleh para ahli manusia serta aturan-aturan yang terkait untuk mengambil keputusan atau memberikan solusi dalam situasi tertentu. Dengan menerapkan logika inferensial, sistem pakar dapat mengevaluasi informasi yang diberikan dan menghasilkan output yang sesuai berdasarkan pengetahuan dan aturan yang telah di-program sebelumnya [18].

Fokus utama dari sistem pakar adalah memberikan solusi atau rekomendasi dengan tingkat kecerdasan yang sejajar dengan keputusan yang akan diambil oleh seorang pakar manusia dalam konteks tertentu. Dengan demikian, sistem pakar memberikan kontribusi dalam meningkatkan efisiensi dan ketepatan dalam pengambilan keputusan di berbagai bidang yang memerlukan tingkat pengetahuan khusus [19][20][21].

### 2.2 Gizi Buruk

Gizi buruk adalah kondisi medis yang terjadi akibat asupan nutrisi yang tidak mencukupi atau tidak seimbang, yang mengakibatkan berbagai masalah kesehatan, terutama pada anak-anak. Kondisi ini biasanya disebabkan oleh kekurangan energi, protein, dan mikronutrien (seperti vitamin dan mineral) yang esensial bagi pertumbuhan dan perkembangan tubuh[22].

Gizi buruk adalah suatu keadaan kekurangan energi dan protein berat dengan gejala klinis kwashiorkor, marasmus atau marasmik-kwashiorkor. Marasmus memiliki ciri anak sangat kurus, wajah tua, cengeng, kulit keriput dan perut cekung. Kwashiorkor memiliki ciri adanya edema di seluruh tubuh terutama bagian ekstremitas, wajah sembab, mata sayu, rambut tipis kemerahan seperti jagung dan otot yang mengecil. Sedangkan marasmik-kwashiorkor adalah gabungan beberapa tanda marasmus dan kwashiorkor dengan gejala edema yang tidak menonjol[23].

### 2.3 Forward Chaining

*Forward chaining* adalah salah satu metode inferensi dalam sistem berbasis aturan yang digunakan untuk mencapai kesimpulan atau tujuan tertentu dengan memulai dari data atau fakta yang tersedia dan menerapkan aturan produksi secara bertahap[24][25]. *Forward chaining* adalah prosedur berurutan yang dimulai dengan tampilan bukti yang mengarah pada kesimpulan yang meyakinkan. Menelusuri ke depan dari asumsi atau masukan informasi (IF) ke kesimpulan atau informasi turunan (THEN), dalam urutan tersebut[26][27].

### 2.4 Tahapan Penelitian

Penelitian ini terdiri dari 4 tahapan diantaranya tahapan pengumpulan data, tahapan penentuan pakar, tahapan implementasi sistem menggunakan metode *forward chaining* dan tahapan hasil diagnosis gizi buruk. Berikut ini tertera penjelasan mengenai tahapan apa saja yang dilakukan dalam pembuatan penelitian ini.

#### a. Fase Awal Penelitian

Tahap awal penelitian dimulai dengan identifikasi masalah, di mana peneliti mengidentifikasi permasalahan yang akan diteliti, yakni diagnosa gizi buruk. Selanjutnya, wawancara dengan para ahli atau praktisi kesehatan dilakukan untuk mendapatkan wawasan yang lebih dalam mengenai masalah ini. Pengumpulan data terkait dengan gizi buruk, termasuk gejala, penyebab, dan solusi, dilakukan dari berbagai sumber yang relevan seperti jurnal, buku, dan sumber informasi online. Melalui studi literatur, peneliti mencari informasi yang lebih luas tentang gizi buruk dari jurnal dan buku terkait. Sumber informasi tambahan juga diperoleh dari internet, melalui artikel, situs web, dan sumber-sumber online lainnya. Tahap ini membantu membangun dasar pengetahuan yang kuat untuk melanjutkan penelitian lebih lanjut dalam diagnosa gizi buruk.

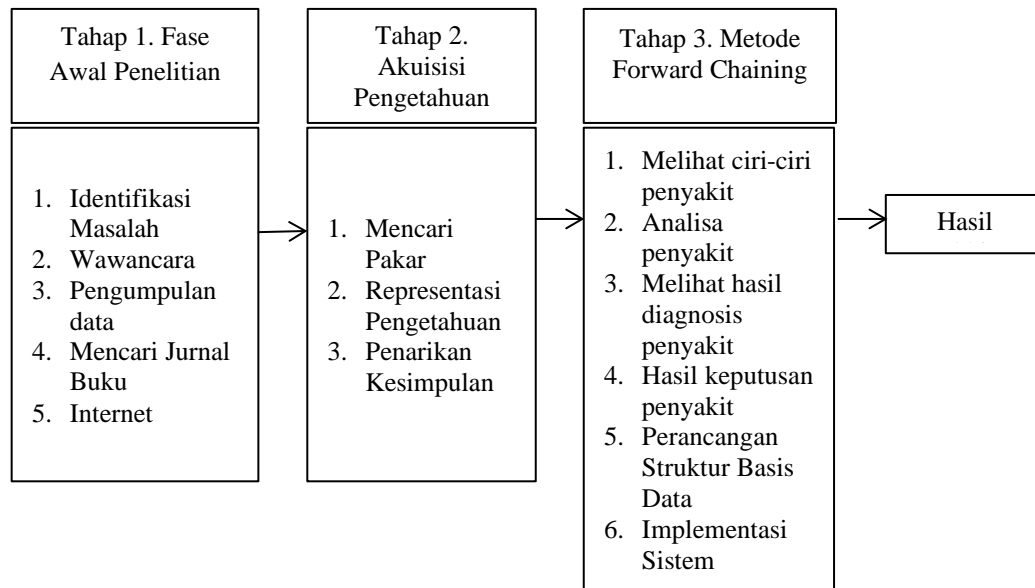
#### b. Akuisis Pengetahuan

Tahap akuisisi pengetahuan dimulai dengan mencari pakar di bidang gizi buruk untuk mendapatkan wawasan dan pengetahuan yang lebih mendalam. Selanjutnya, pengetahuan yang diperoleh dari berbagai sumber direpresentasikan dalam bentuk yang dapat dimengerti oleh komputer, seperti aturan-aturan atau basis pengetahuan. Proses ini memungkinkan sistem untuk menginterpretasikan dan menggunakan pengetahuan yang ada. Terakhir, analisis dilakukan untuk menarik kesimpulan yang diperlukan dari data dan informasi yang telah dikumpulkan, sehingga memungkinkan pengembangan lanjutan dalam penelitian diagnosa gizi buruk.

#### c. Metode Forward Chaining

Tahap implementasi metode *forward chaining* dimulai dengan identifikasi gejala-gejala karakteristik yang terkait dengan gizi buruk pada balita. Selanjutnya, dilakukan analisis hubungan antara gejala-gejala tersebut dan jenis gizi buruk yang mungkin terjadi. Proses penerapan metode *forward chaining* kemudian dilakukan untuk mendiagnosa penyakit gizi buruk berdasarkan gejala yang ditemukan, dan hasil diagnosa gizi buruk yang didapatkan dari sistem pakar dihasilkan.

Tahap selanjutnya adalah perancangan struktur basis data yang dibutuhkan untuk menyimpan informasi diagnosa dan hasil keputusan. Akhirnya, implementasi sistem pakar dengan metode forward chaining dilakukan untuk melakukan diagnosa gizi buruk secara otomatis dan efisien berdasarkan basis pengetahuan yang telah diperoleh. Tahap ini memungkinkan penggunaan sistem pakar sebagai alat bantu yang efektif dalam diagnosa gizi buruk pada balita.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data yang bersumber dari hasil wawancara dengan Ahli gizi Puskesmas Berkilau Pangkalan Kerinci 2. Hasil wawancara tersebut dihasilkan terdapat 1,4% balita dengan gizi buruk dan gizi kurang berdasarkan BB/U. Proses identifikasi pengumpulan data dari ahli gizi didapatkan data diagnosa gizi buruk dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kategori Gizi Buruk

Kode Tingkatan Gizi	Kategori Gizi Buruk
P-1	Gizi Buruk Kwashiorkor
P-2	Gizi Buruk Marasmus
P-3	Gizi Buruk Marasmus-Kwashiorkor

Tabel 1 mengidentifikasi tiga kategori utama gizi buruk, yaitu Gizi Buruk Kwashiorkor (P-1), Gizi Buruk Marasmus (P-2), dan Gizi Buruk Marasmus-Kwashiorkor (P-3). Kwashiorkor (P-1) terjadi akibat kekurangan protein, ditandai dengan pembengkakan tubuh dan perubahan warna rambut. Marasmus (P-2) adalah akibat kekurangan kalori dan protein yang parah, ditandai dengan penurunan berat badan yang ekstrem dan kekurusan. Marasmus-Kwashiorkor (P-3) adalah kombinasi gejala kedua kondisi tersebut, dengan pembengkakan tubuh serta kekurusan yang parah. Klasifikasi ini penting untuk diagnosis dan penanganan tepat terhadap masalah gizi buruk. Data kategori gizi buruk pada Tabel 1 merupakan data yang digunakan peneliti untuk mendiagnosa gizi buruk [17], data tersebut didapatkan dari Ahli gizi di Puskesmas Berkilau Pangkalan Kerinci 2. Dari data tersebut didapatkan ciri – ciri diagnose gizi buruk seperti Tabel 2.

Tabel 2. Ciri-Ciri Gizi Buruk

Kode Ciri-Ciri	Nama Ciri-Ciri
G01	Usia < 60 bulan
G02	Berat <12,4 kg
G03	Tinggi <96,1 cm
G04	Pembengkakan punggung kaki
G05	Muka bulat dan sembab
G06	Pandangan mata sayu
G07	Rambut berwarna kemerahan dan mudah dicabut
G08	Kulit gelap
G09	Badan sangat kurus

G10	Cengeng dan rewel
G11	Wajah seperti orang tua
G12	Rambut mudah patah
G13	Tulang rusuk menonjol
G14	Tinggal kulit pembungkus tulang
G15	Perut cekung
G16	Berat badan kurang dari 60 persen berat badan normal

Tabel 2 menguraikan berbagai ciri-ciri yang menjadi indikator gizi buruk pada anak-anak. Kode G01 menunjukkan bahwa anak berusia di bawah 60 bulan, sedangkan G02 dan G03 merujuk pada berat badan di bawah 12,4 kg dan tinggi di bawah 96,1 cm. Ciri-ciri fisik termasuk pembengkakan punggung kaki (G04), muka bulat dan sembab (G05), serta pandangan mata sayu (G06). Anak-anak dengan gizi buruk juga mungkin memiliki rambut berwarna kemerahan dan mudah dicabut (G07), kulit gelap (G08), badan sangat kurus (G09), dan wajah yang cengeng serta rewel (G10). Gejala lain termasuk wajah seperti orang tua (G11), rambut mudah patah (G12), tulang rusuk menonjol (G13), tubuh yang tinggal kulit pembungkus tulang (G14), perut cekung (G15), dan berat badan kurang dari 60 persen berat badan normal (G16). Ciri-ciri ini sangat penting untuk mengenali dan mengidentifikasi gizi buruk pada anak-anak, sehingga intervensi yang tepat dapat segera dilakukan.

### 3.2 Penentuan Pakar

Pakar pada penelitian ini adalah, Reki Arjuliana HS, S.ST seorang Ahli Gizi. Setelah dilakukan penentuan pakar, data relasi dan gejala dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Relasi dan Gejala Diagnosa Gizi Buruk

Gejala	Penyakit		
	P-01	P-02	P-03
G01	✓	✓	✓
G02	✓	✓	✓
G03	✓	✓	✓
G04	✓		
G05	✓		
G06	✓		
G07	✓		
G08	✓		
G09		✓	
G10		✓	
G11		✓	
G12		✓	
G13		✓	
G14			✓
G15			✓
G16			✓

Tabel 3 menunjukkan relasi antara berbagai gejala dengan jenis penyakit gizi buruk, yakni Kwashiorkor (P-01), Marasmus (P-02), dan Marasmus-Kwashiorkor (P-03). Gejala G01 (usia < 60 bulan), G02 (berat < 12,4 kg), dan G03 (tinggi < 96,1 cm) muncul pada semua jenis gizi buruk. Khusus untuk Kwashiorkor (P-01), gejala termasuk pembengkakan punggung kaki (G04), muka bulat dan sembab (G05), pandangan mata sayu (G06), rambut berwarna kemerahan dan mudah dicabut (G07), serta kulit gelap (G08). Marasmus (P-02) ditandai oleh badan sangat kurus (G09), anak cengeng dan rewel (G10), wajah seperti orang tua (G11), rambut mudah patah (G12), dan tulang rusuk menonjol (G13). Marasmus-Kwashiorkor (P-03) memiliki gejala tubuh tinggal kulit pembungkus tulang (G14), perut cekung (G15), dan berat badan kurang dari 60 persen berat badan normal (G16). Tabel ini membantu dalam mendiagnosis jenis gizi buruk berdasarkan gejala yang muncul pada pasien. Berdasarkan pengetahuan Ahli gizi, Solusi mengatasi permasalahan dapat dilihat pada Tabel 4 [17].

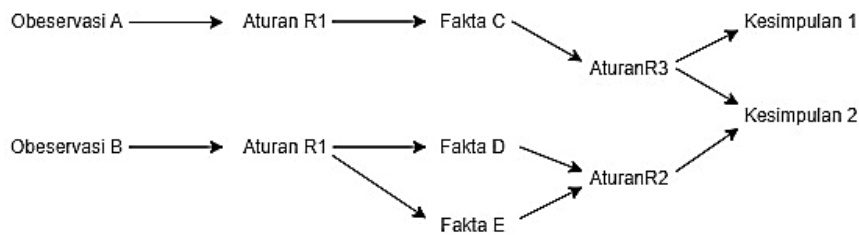
**Tabel 4.** Basis Pengetahuan Solusi Tingkatan Gizi

ID	Nama Tingkatan Gizi	Solusi
TG1	Gizi Buruk Kwashiorkor	IF Gizi Buruk Kwashiorkor OR Gizi Buruk Marasmus OR Gizi Buruk Marasmus-Kwashiorkor THEN Berikan ASI Eksklusif, MPASI sesuai dengan umur, Berikan makanan bervariasi dan seimbang, Pemberian makan sesuai fase (fase stabilitasi, transisi dan rehabilitasi), Berikan suplemen (Zink, Fe, Vitamin A), Segera temui ahli gizi setempat, Rutin melakukan penimbangan BB, TB dan lingkaran kepala di posyandu.
TG2	Gizi Buruk Marasmus	
TG3	Gizi Buruk Marasmus-Kwashiorkor	

Tabel 4 menggambarkan solusi untuk mengatasi tiga kategori utama gizi buruk pada balita: Gizi Buruk Kwashiorkor, Gizi Buruk Marasmus, dan Gizi Buruk Marasmus-Kwashiorkor, yang semuanya memiliki solusi yang sama. Solusi tersebut meliputi pemberian ASI eksklusif, MPASI sesuai umur, makanan bervariasi dan seimbang, pemberian makan sesuai fase (stabilisasi, transisi, dan rehabilitasi), serta suplemen seperti Zink, Fe, dan Vitamin A. Selain itu, dianjurkan untuk segera menemui ahli gizi setempat dan rutin memantau perkembangan berat badan, tinggi badan, dan lingkaran kepala di posyandu. Pendekatan komprehensif ini memastikan penanganan yang tepat dan pemulihan optimal bagi balita yang mengalami gizi buruk.

### 3.3 Implementasi Sistem Menggunakan Metode Forward Chaining

Pada tahap penelitian ini, dalam melaksanakan proses dengan metode tersebut, dibagi menjadi dua bagian umum, yaitu fakta dan kesimpulan. Fakta dibagi lagi menjadi kelompok yang lebih spesifik, dan kemudian setiap kelompok fakta membentuk kaidah yang mengarah pada kesimpulan [17] [18]. Dapat dilihat pada Gambar 2 bahwa pendekatan ini memungkinkan sistem pakar untuk memproses informasi secara sistematis dan logis, meniru proses berpikir seorang ahli dalam pengambilan keputusan.



Gambar 2. Metode *Forward Chaining*

### 3.4 Hasil Diagnosis Gizi Buruk

Hasil diagnosa gizi buruk dapat dilihat pada kaidah produksi dalam bentuk IF-THEN seperti dibawah ini [19].

a. Gizi Buruk Kwashiorkor

IF Usia < 60 bulan (G01) AND Berat < 12,4 kg (G02) Tinggi < 96,1 cm (G03) AND BB/TB > 17,1 kg (G03) AND Pembengkakan punggung kaki (G04) AND Muka bulat dan sembab (G05) AND Pandangan mata kuyu dan sayu (G06) AND Rambut tipis, jarang, dan rapuh (G07) AND Pembesaran Hati (G08) THEN Gizi Buruk Kwashiorkor.

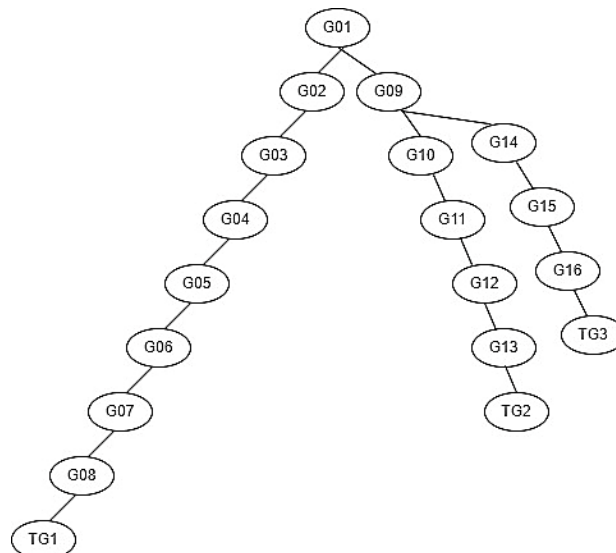
b. Gizi Buruk Marasmus

IF Usia < 60 bulan (G01) AND Berat < 12,4 kg (G02) Tinggi < 96,1 cm (G03) AND BB/TB > 17,1 kg (G03) AND Badan sangat kurus (G09) AND Mudah menangis/cengeng dan rewel (G10) AND Kulit menjadi keriput (G11) AND Disertai penyakit infeksi (G12) AND Iga Gambang (G13) THEN Gizi Buruk Marasmus.

c. Gizi Buruk Marasmus-Kwashiorkor

IF Usia < 60 bulan (G01) AND Berat < 12,4 kg (G02) Tinggi < 96,1 cm (G03) AND BB/TB > 17,1 kg (G03) AND Tubuh mengandung lebih banyak cairan (G14) AND Kalium dalam tubuh menurun drastic (G15) AND Berat badan kurang dari 60 persen berat badan normal (G16) THEN Gizi Buruk Marasmus- Kwashiorkor.

Sehingga dari kaidah produksi tersebut dihasilkan pohon Keputusan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pohon Keputusan

Hasil dan pembahasan pada tahap ini adalah membahas tentang diagnosa gizi buruk dengan metode forward chaining, metode ini diharapkan dapat membantu dalam melakukan pengakurasian data dan membantu dalam melakukan ketepatan hasil diagnosa. Proses yang diharapkan dengan menggabungkan sebuah data dan pengetahuan dari pakar gizi sehingga nantinya didapatkan sebuah estimasi yang lebih realistis mengenai Tingkat diagnosis yang dapat membantu dalam mengambil dan menentukan sebuah keputusan.

### 3.5 Status Gizi Balita

Status gizi balita dapat diketahui dengan cara melakukan pengukuran antropometri. Data antropometri balita dalam penelitian ini diperoleh dari data EPPGBM Puskesmas Berkilau Pangkalan Kerinci 2. Data antropometri meliputi berat badan, tinggi badan, LILA dan lingkaran kepala. Data antropometri yang diperoleh kemudian di lihat pada tabel standar antropometri penilaian status gizi anak kemenkes berdasarkan BB/PB atau BB/TB anak usia 0-60 bulan. Status gizi balita dikatakan buruk jika berada pada ambang batas  $< -3$  SD, status gizi kurang jika ambang batasnya berada diantara  $-3$  SD sd  $< -2$  SD, status gizi baik  $-2$  SD sd  $+1$  SD, beresiko gizi lebih  $> +1$  SD sd  $+2$  SD, gizi lebih  $> +2$  SD sd  $+3$  SD dan dikatakan obesitas jika ambang batasnya  $> +3$  SD. Berikut adalah data status gizi balita puskesmas berkilau pangkalan kerinci 2 dapat dilihat pada Tabel 5 dibawah ini.

**Tabel 5.** Data Status Gizi Balita Puskesmas Berkilau Pangkalan Kerinci 2

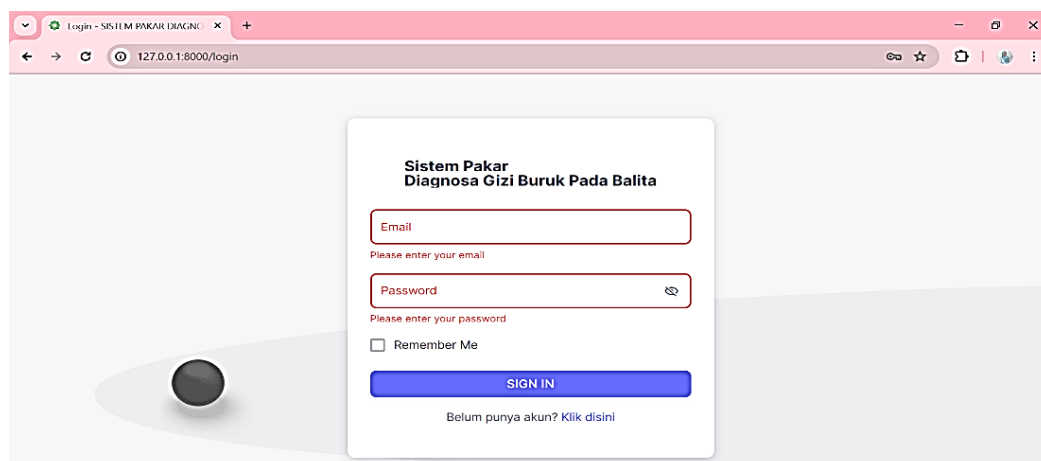
Kategori	N	%
Gizi Baik ( $-2$ SD s.d $+1$ SD)	21	91,30
Gizi Kurang ( $-3$ SD s.d $< -2$ SD)	1	4,35
Gizi Buruk ( $< -3$ SD)	1	4,35
Total	23	100

Berdasarkan Tabel 5 diperoleh sebanyak 23 data status gizi anak, dari 23 balita terdapat sebanyak 4,35 % balita dengan gizi buruk, 4,35% balita gizi kurang dan balita gizi baik sebanyak 91,30 % di puskesmas berkilau pangkalan kerinci 2. Balita gizi buruk dan gizi kurang memiliki jumlah yang sama banyak yaitu 1 (4,35%). Balita dikatakan gizi buruk apabila hasil pengukuran antropometri yang dilakukan  $< -3$  SD. Balita dikatakan gizi kurang jika hasil pengukuran antropometri berada antara  $-3$  SD sampai dengan  $< -2$  SD dan dikatakan gizi baik jika hasil pengukuran antropometri  $-2$  SD sampai dengan  $+1$  SD.

Dalam melakukan diagnosa gizi perlu diketahui terlebih dahulu gejala-gejala yang terdapat pada balita. Setiap balita dapat memiliki gejala yang berbeda-beda sesuai dengan jenis penyakit gizi yang dialaminya, seperti gizi buruk yang terbagi menjadi 3 jenis penyakit diantaranya yaitu marasmus, kwashiorkor, marasmus-kwashiorkor. Untuk memudahkan orang tua mengetahui secara mandiri jenis gizi buruk anaknya dan memudahkan pihak layanan kesehatan dalam mendiagnosa gizi buruk pada balita maka peneliti membuat sistem pakar diagnosa gizi buruk pada balita menggunakan metode forward chining.

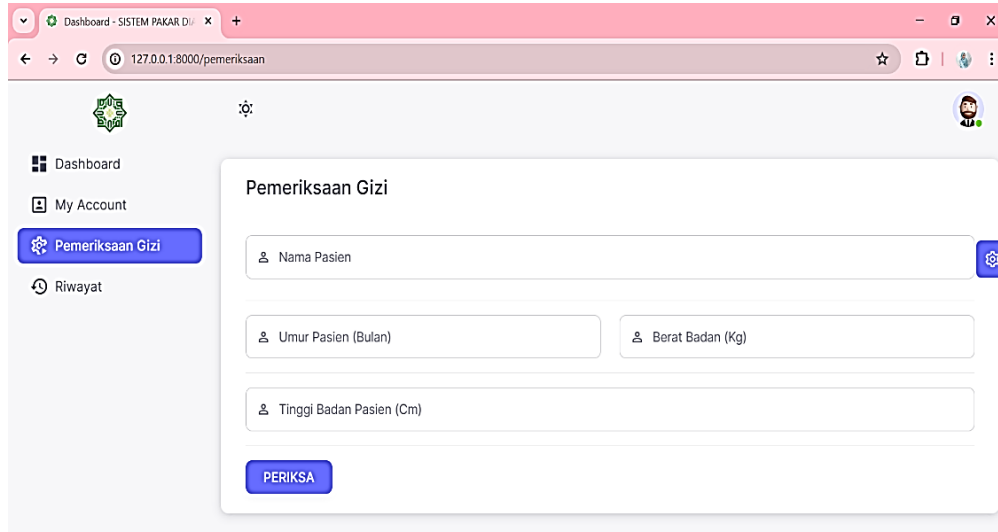
### 3.6 Implementasi Sistem Pakar Menggunakan Metode Forward Chaining

Sistem yang telah dikembangkan dengan membuat sebuah struktur pengetahuan yang membahas ahli gizi buruk dan hubungannya dengan diagnosis yang memungkinkan. Cara kerja yang dilakukan pada sistem ini ialah sebuah pengetahuan yang diterjemahkan kedalam bentuk aturan produksi sehingga sistem pakar dapat menerapkan aturan tersebut kedalam bentuk faktor untuk setiap aturan dan gejala yang telah di konsultasikan oleh pakar ahli gizi. Sehingga pada tahap ini menambahkan gejala dan ciri untuk setiap aturan guna untuk menunjukkan Tingkat keyakinan atau ketidakpastian yang berkaitan dengan aturan pada diagnosis akhir. Sehingga hasil yang didapatkan adalah estimasi yang lebih akurat dan lebih terukur mengenai kemungkinan diagnosis gizi buruk. Tampilan aplikasi untuk login aplikasi seperti pada Gambar 1.



**Gambar 4.** Tampilan Login

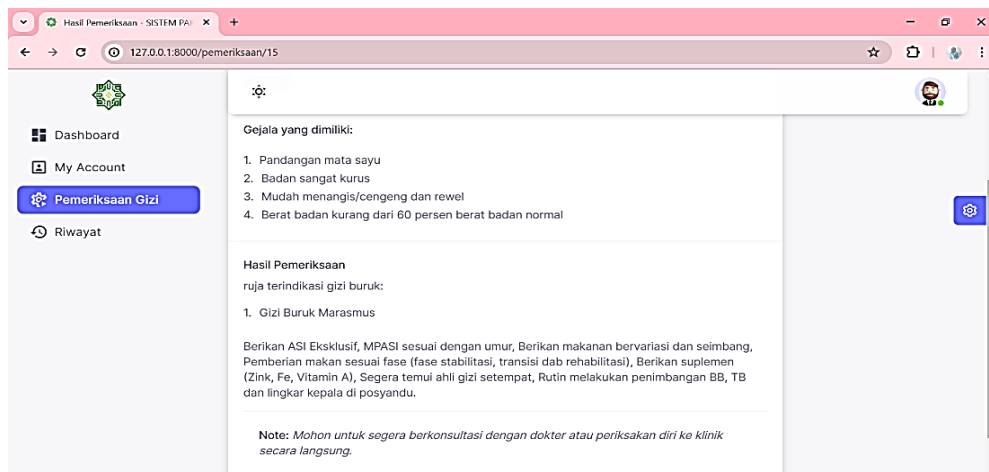
Pada gambar 4 ditunjukkan kepada orangtua yang bersangkutan untuk mempermudah penggunaan saat melakukan pendaftaran akun dan melakukan verifikasi terhadap email pengguna. Apabila telah selesai melakukan registrasi pada login, selanjutnya pengguna akan diarahkan ke halaman utama. Menu pada halaman utama terdiri dari My Account, Pemeriksaan Gizi, dan Riwayat. Pengguna dapat memilih lakukan pemeriksaan gizi, maka akan muncul tampilan layar seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Tampilan Pemeriksaan Gizi

Pada bagian ini pengguna diharapkan memasukkan data diri anak untuk mengetahui status gizi dari bayi atau balita. Pada pemeriksaan gizi ini sesuai dengan standar aturan pada buku antropometri sebagai dasar pengetahuan yang digunakan pada sistem ini. Selanjutnya dapat dilakukan pemeriksaan gizi dengan cara memilih gejala-gejala yang sudah tersedia sesuai dengan kondisi balita.

Halaman hasil pemeriksaan gizi ini dapat dilihat hasil akhir dari diagnosa gizi buruk pada balita, dan dibagian bawah terdapat saran dan masukan untuk orang tua terkait status gizi yang diperoleh anaknya. Gambar 3 yang berisi halaman hasil pemeriksaan gizi balita.



Gambar 6. Hasil Pemeriksaan Gizi

Jika Anda ingin melihat riwayat percobaan pemeriksaan gizi, informasi tersebut dapat ditemukan pada tampilan form riwayat. Form ini mencakup berbagai detail penting yang membantu dalam memantau dan mengelola kesehatan gizi pasien. Di dalam form riwayat, Anda akan menemukan informasi tentang berapa kali pemeriksaan gizi telah dilakukan, yang memberikan gambaran tentang frekuensi dan konsistensi pemeriksaan. Selain itu, form ini mencantumkan nama pasien, memastikan bahwa setiap entri terhubung dengan individu yang tepat, sehingga memudahkan identifikasi dan peninjauan ulang hasil pemeriksaan. Tanggal setiap pemeriksaan juga dicatat dengan teliti, memungkinkan pelacakan kronologis perkembangan kondisi gizi pasien dari waktu ke waktu. Dengan informasi ini, tenaga medis dan ahli gizi dapat melakukan analisis yang lebih mendalam, mengidentifikasi tren atau perubahan signifikan, dan merancang intervensi yang lebih tepat dan efektif untuk memperbaiki status gizi pasien. Form riwayat ini berfungsi sebagai alat dokumentasi yang penting dalam memastikan bahwa setiap langkah dalam pemeriksaan dan perawatan gizi terekam dengan baik, sehingga dapat mendukung proses pengambilan keputusan yang berbasis data dan berfokus pada perbaikan kesehatan pasien secara menyeluruh.



## 4. KESIMPULAN

Untuk memperoleh hasil yang akurat mengenai tingkat gizi balita, pengguna diarahkan untuk memasukkan informasi faktual terkait karakteristik balita tersebut. Proses ini melibatkan penggunaan basis pengetahuan dan aturan produksi yang berfungsi sebagai komponen dasar dari mesin inferensi. Basis pengetahuan ini mencakup data empiris dan informasi medis yang relevan mengenai berbagai kondisi gizi buruk, sementara aturan produksi adalah rangkaian logika yang menghubungkan data karakteristik dengan diagnosis tertentu. Mesin inferensi bekerja dengan mencocokkan informasi yang dimasukkan pengguna dengan basis pengetahuan yang tersedia, menggunakan aturan produksi untuk menghasilkan diagnosis yang tepat. Ketika seluruh basis pengetahuan dan aturan produksi telah mencapai tingkat kelengkapan dan keakuratan yang tinggi, sistem ini dapat diandalkan untuk memberikan hasil yang valid dan dapat dipercaya. Proses pengembangan ini memastikan bahwa setiap aspek dari diagnosis gizi buruk diperhitungkan, dari gejala umum hingga tanda-tanda khusus yang menunjukkan jenis tertentu dari malnutrisi. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya membantu dalam identifikasi cepat dan tepat jenis gizi buruk yang dialami balita, tetapi juga mendukung intervensi yang lebih efektif dan tepat sasaran dalam penanganan masalah gizi. Basis pengetahuan yang matang dan aturan produksi yang komprehensif adalah kunci dalam pengembangan mesin inferensi yang berfungsi optimal untuk aplikasi medis ini.

## REFERENCES

- [1] D. P. Lestari, "Upaya Pencegahan Risiko Gizi Buruk pada Balita: Literature Review," *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, vol. 22, no. 1, p. 532, Mar. 2022, doi: 10.33087/jiubj.v22i1.1828.
- [2] ma Nazilia, M. Iqbal, P. P. Negeri Jember dan Jl Mastrup BOX, and J. Timur, "PENINGKATAN PENGETAHUAN IBU TENTANG GIZI UNTUK MENGATASI GIZI BURUK PADA ANAK BALITA DENGAN APLIKASI 'ANAK SEHAT MAKAN SEHAT (EMAS)' Increasing Mother's Knowledge of Nutrition to Overcome Under Nutrition in Children/Toddlers with the Application of 'Anak Sehat Makan Sehat (EMAS).'" 2020.
- [3] B. D. Putra, N. Yona, S. Munti, and P. T. Tambusai, "Aplikasi Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Stunting Pada Anak Dengan Metode Forward Chaining," 2022.
- [4] I. A. Nauval, V. M. Ramadhani, and M. A. Zaelani, "SOSIALISASI PROGRAM PENCEGAHAN STUNTING DAN GIZI BURUK OLEH KKN UNIVERSITAS ISLAM BATIK SURAKARTA DI DESA CETAN KECAMATAN CEPER KABUPATEN KLATEN," vol. 02, no. 02, 2022, [Online]. Available: <https://journal.uniba.ac.id/index.php/jpm>
- [5] D. R. Dhanny and S. Sefriantina, "Hubungan Asupan Energi, Asupan Protein dan Status Gizi terhadap Kejadian Tuberkulosis pada Anak," *Muhammadiyah Journal of Nutrition and Food Science (MJNF)*, vol. 2, no. 2, p. 58, Feb. 2022, doi: 10.24853/mjnf.2.2.58-68.
- [6] N. Putu, R. Listia Wati, I. Ketut, and A. Priastana, "Hubungan Perilaku Sosial dengan Kebiasaan Makan pada Anak Status Gizi Kurang Relationship between Social Behavior and Eating Habits of Children with Less Nutritional Status," Online, 2020.
- [7] S. Sapriadi, N. Hayati, A. Eko Syaputra, Y. Septi Eirlangga, K. H. Manurung, and N. Hayati, "Sistem Pakar Diagnosa Gaya Belajar Mahasiswa Menggunakan Metode Forward Chaining," *Jurnal Informasi dan Teknologi*, vol. 5, no. 3, pp. 71–78, Oct. 2023, doi: 10.60083/jidt.v5i3.381.
- [8] C. R. P. Amalia and Mahyuddin, "Perancangan Sistem Pakar untuk Mendiagnosa Tingkat Stress Belajar pada Siswa SMA dengan Menggunakan Metode Forward Chaining," *Design Journal*, vol. 1, no. 1, pp. 38–54, Jan. 2023, doi: 10.58477/dj.v1i1.27.
- [9] A. Lapu Kalua, P. Korespondensi, D. Tineke Salaki, and S. Ratulangi, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Malaria dengan Certainty Factor dan Forward Chaining," *ITSESC: Journal of Information Technology, Software Engineering, and Computer Science*, vol. 1, no. 1, 2023.
- [10] A. P. Gusman, D. Maulida, and E. Rianti, "SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT KISTA OVARIUM DENGAN METODE FORWARD CHAINING," vol. 6, no. 1, pp. 8–18, 2019, [Online]. Available: <http://ppm.upiypk.ac.id/ojsupi/index.php/KOMTEKINFO>
- [11] D. Simanjuntak and A. Sinar, "SISTEM PAKAR DETEKSI GIZI BURUK BALITA DENGAN METODE NAÏVE BAYES CLASSIFIER," Online, 2019.
- [12] Sandi Alam and G. widi Nurcahyo, "Sistem Pakar dalam Mendiagnosis Gizi Buruk pada Balita dengan Menggunakan Metode CBR," *Jurnal Sistim Informasi dan Teknologi*, Sep. 2022, doi: 10.37034/jsisfotek.v4i4.140.
- [13] Y. Anggraini, M. Indra, M. Khoirusofi, I. N. Azis, and P. Rosyani, "Biner : Jurnal Ilmu Komputer , Teknik dan Multimedia Systematic Literature Review: Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Gigi Menggunakan Metode Forward Chaining." [Online]. Available: <http://garuda.ristekdikti.go.id/>
- [14] H. W. Putra, "Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Ginjal Dengan Metoda Forward Chaining," *Jurnal Sains dan Informatika*, vol. 5, no. 1, p. 7, Apr. 2019, doi: 10.22216/jsi.v5i1.4081.
- [15] M. Sari, S. Defit, and G. W. Nurcahyo, "Sistem Pakar Deteksi Penyakit pada Anak Menggunakan Metode Forward Chaining," *Jurnal Sistim Informasi dan Teknologi*, pp. 130–135, Dec. 2020, doi: 10.37034/jsisfotek.v2i4.34.
- [16] A. Wijayanti, F. N. Arifah, D. E. Putri, M. D. Satriyanto, and S. Sallu, "Sistem Pakar Dalam Mendiagnosa Penyakit Tuberculosis dengan mengimplementasikan Metode Case Based Reasoning," *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)*, vol. 4, no. 3, 2023.
- [17] N. Budiana Informatika, "Implementasi Metode Dempster-Shafer Untuk Diagnosa Penyakit Ikan Kerapu Macan," *Teknologipintar.org*, vol. 3, no. 5, pp. 2023–2024, 2023.
- [18] E. Oktarina et al., "PENERAPAN METODE CERTAINTY FACTOR DALAM MENDIAGNOSIS Pengaruh dan peran teknologi informasi pada saat ini benar-benar dibutuhkan di segala aspek kehidupan dan bidang , salah satunya merupakan aplikasi perangkat lunak yang menggunakan basis pengetahuan ( k," vol. 7, no. 2, pp. 129–136, 2022.
- [19] I. Susilawati and R. Y. Simanullang, "Sistem Pakar untuk Mengidentifikasi Penyakit ITP (Idiopathic Thrombocytopenic Purpura) melalui Pendekatan Dempster Shafer," *JKTEKS : Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*, vol. 1, no. 3, pp. 17–24, 2023.

- [20] M. F. Azmi, P. Purwadi, and G. Syahputra, "Sistem Pakar Mendeteksi Gizi Buruk Pada Balita Menggunakan Metode Case Based Reasoning," *Jurnal Cyber Tech*, vol. 1, no. 3, 2022.
- [21] R. R. Girsang and H. Fahmi, "Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Mata Katarak Dengan Metode Certainty Factor Berbasis Web," *MATICS: Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (Journal of Computer Science and Information Technology)*, vol. 11, no. 1, pp. 27–31, 2019.
- [22] M. Hamid, A. Ibrahim, and F. M. Lausi, "Aplikasi Sistem Pakar Mendiagnosa Gizi Buruk Pada Anak Dengan Metode Dempster-Shafer Berbasis Web."
- [23] L. D. Aryani, M. A. Riyandry, J. Penelitian, and P. Profesional, "VITAMIN D SEBAGAI TERAPI POTENSIAL ANAK GIZI BURUK." [Online]. Available: <http://jurnal.globalhealthsciencegroup.com/index.php/JPPP>
- [24] G. S. Nasution, "Sistem Pakar dalam Mendiagnosis Hama Blas dan Kresak pada Tanaman Padi Menggunakan Metode Forward Chaining," *Jurnal Sistim Informasi dan Teknologi*, Aug. 2022, doi: 10.37034/jsisfotek.v4i4.144.
- [25] A. Husin, M. P. Faren, and U. Usman, "SISTEM PAKAR PENDETEKSI PENYAKIT BERDASARKAN KELUHAN BUANG AIR KECIL MENGGUNAKAN METODE FORWARD CHAINING," *Jurnal Ipteks Terapan*, vol. 12, no. 4, p. 277, May 2019, doi: 10.22216/jit.2018.v12i4.2490.
- [26] A. Gunawan, S. Defit, and S. Sumijan, "Sistem Pakar dalam Mengidentifikasi Penyakit Kandungan Menggunakan Metode Forward Chaining Berbasis Android," *Jurnal Sistim Informasi dan Teknologi*, pp. 15–22, Mar. 2020, doi: 10.37034/jsisfotek.v2i1.16.
- [27] M. I. Pati, S. Defit, and G. W. Nurcahyo, "Sistem Pakar dengan Metode Forward Chaining untuk Diagnosis Penyakit dan Hama Tanaman Semangka," *Jurnal Sistim Informasi dan Teknologi*, pp. 102–107, Dec. 2020, doi: 10.37034/jsisfotek.v2i4.30.