



METODE *CERTAINTY FACTOR* UNTUK MENGIDENTIFIKASI GIZI BURUK PADA BALITA

Uton Nurhataman¹, Didik Setiyadi^{2,*}

¹ Teknik Informatika, Universitas Bani Saleh, uton.nurhataman@gmail.com

² Sistem Informasi, STMIK Sinar Nusantara, ddk.setiyadi20@gmail.com

ABSTRAK

Gizi buruk adalah kondisi kurang gizi yang disebabkan rendahnya konsumsi energi dan protein dalam asupan makanan sehari-hari. Penyakit gizi buruk sudah begitu banyak merenggut korban jiwa dan lebih ironisnya lagi korban-korban tersebut sebagian besar adalah bayi dibawah lima tahun (balita). Aplikasi Sistem Pakar untuk Identifikasi Penyakit Gizi Buruk Pada Balita menggunakan metode Certainty Factor ini merupakan sistem pengelolaan pengetahuan yang mudah digunakan dan dinamis. Artinya bahwa pakar dapat menambah, mengubah, dan menghapus pengetahuan atau aturan baru tanpa harus memulai dari awal. Perancangan sistem dilakukan dengan model Waterfall dan bahasa pemodelan menggunakan UML. Sedangkan bahasa pemrograman yang dipakai adalah PHP dengan menggunakan database MySQL. Sistem pakar ini dibangun untuk mengidentifikasi penyakit Gizi Buruk pada Balita. Sistem pakar ini menggunakan metode inferensi Forward Chaining dan metode Certainty Factor. Hasil uji konsultasi dengan sistem ini menunjukkan bahwa sistem mampu menentukan jenis penyakit beserta penanggulangan awal dan solusi yang harus dilakukan, berdasarkan gejala-gejala yang sebelumnya dipilih oleh pengguna.

Kata kunci: *Certainty Factor, Forward Chaining, Gizi Buruk, Sistem Pakar*

ABSTRACT

Malnutrition is a condition of malnutrition caused by low consumption of energy and protein in daily food intake. Malnutrition disease has claimed so many lives and what is even more ironic is that most of these victims are babies under five years old (toddlers). The Expert System Application for Identification of Malnutrition in Toddlers using the Certainty Factor method is a knowledge management system that is easy to use and dynamic. This means that experts can add, change, and remove new knowledge or rules without having to start from scratch. System design was carried out using the Waterfall model and modeling language using UML. Meanwhile, the programming language used is PHP using a MySQL database. This expert system was built to identify malnutrition in toddlers. This expert system uses the Forward Chaining inference method and the Certainty Factor method. The results of consultation tests with this system show that the system is able to determine the type of disease along with initial countermeasures and solutions that must be implemented, based on the symptoms previously selected by the user.

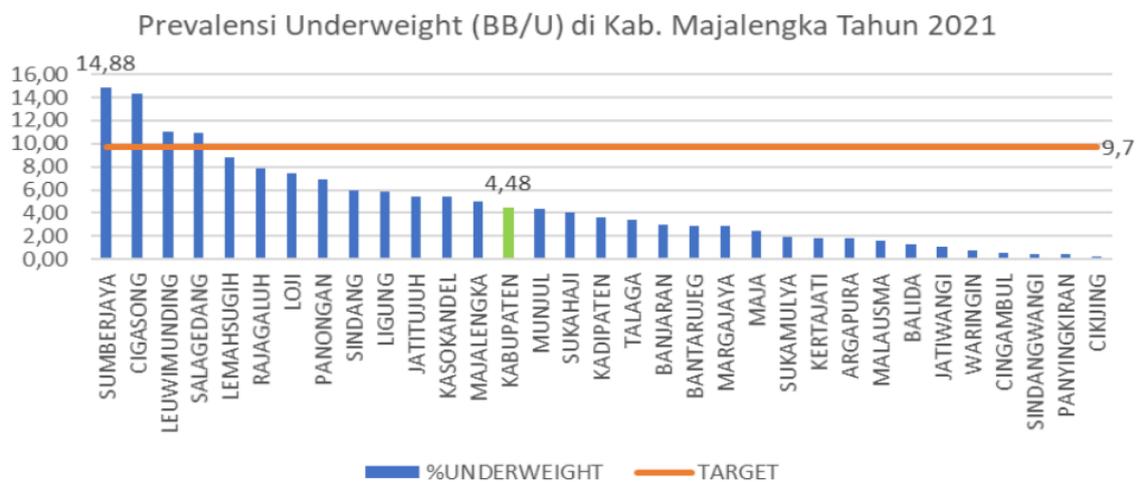
Keywords: *Certainty Factor, Expert Systems, Forward Chaining, Malnutrition*

PENDAHULUAN

Masalah gizi buruk kini sudah menjadi masalah yang sangat pelik dan pantas untuk dijadikan prioritas oleh pemerintah. Sudah selayaknya pula pihak puskesmas wajib untuk memperhatikan masalah ini. Hal ini dikarenakan sudah begitu banyak jiwa yang terenggut dan lebih ironisnya lagi korban-korban tersebut sebagian besar adalah bayi dibawah lima tahun (balita). Dengan tersedianya informasi masalah gizi buruk pada balita ini

diharapkan akan sangat membantu upaya memperbaiki masalah gizi buruk yang terjadi di pedesaan khususnya di daerah Argapura, Kabupaten Majalengka.

Gizi buruk adalah kondisi kurang gizi yang disebabkan rendahnya konsumsi energi dan protein dalam asupan makanan sehari-hari (Septiawati et al., 2021). Seorang penderita gizi buruk tidak mendapatkan minimum angka kecukupan gizi (AKG). Hal itu ditandai dengan status gizi sangat kurus (menurut BB terhadap TB) atau dari hasil pemeriksaan klinis menunjukkan gejala *marasmus* (kekurangan kalori), *kwashiokor* (kekurangan protein) atau *marasmic kwashiokor* (busung lapar). Keadaan gizi buruk sudah seharusnya dapat dipantau sedini mungkin, salah satu caranya dengan pemantauan rutin melalui Posyandu (Pos Pelayanan Terpadu) dan Puskesmas (Pusat Kesehatan Masyarakat) menggunakan (KMS) Kartu Menuju Sehat (Abdullah & Afifah, 2023). Gizi buruk pada balita berdasarkan hasil riset kesehatan dasar di Jawa Barat tahun 2018 adalah 3,2 dan 8,7%. Masalah gizi lebih di Jawa Barat termasuk dalam kategori sedang karena berada di range 5-<10% (who 2019) (Lestari, 2022). Prevalensi masalah gizi di tingkat Kabupaten Majalengka berdasarkan hasil Bulan Penimbangan Balita pada Tahun 2019 menunjukkan prevalensi stunting sebesar 5,27% dan terus terjadi peningkatan menjadi 5,29% pada tahun 2020 dan kembali menurun menjadi 3,52% pada tahun 2021 (Dinas Kesehatan Kabupaten Majalengka, 2021) Prevalensi Balita Berat Badan Kurang (Underweight) terendah hasil BPB Agustus 2021 terdapat di wilayah kerja Puskesmas Cikijing yaitu sebesar 0.18% sedangkan prevalensi tertinggi terdapat di Puskesmas Sumbejaya sebesar 14,88%. Prevalensi Balita Berat Badan Kurang (Underweight) tingkat Kabupaten Majalengka pada Tahun 2021 sebesar 4,48%, diagram prevelensi sebagaimana pada Gambar 1.



Sumber: (Dinas Kesehatan Kabupaten Majalengka, 2021)

Tujuan dilakukan penelitian adalah untuk membangun dan mengaplikasikan sistem diagnosis yang mampu mengidentifikasi status gizi buruk dan gejala-gejala yang ditimbulkan, serta mengidentifikasi tipe gizi buruk pada balita dengan memperhatikan aturan-aturan (*rule-rule*) secara cepat dan tepat dengan metode *certainty factor*. Dengan adanya kemajuan teknologi yang semakin pesat, hasil dari pemikiran dan pelatihan manusia-manusia cerdas, telah berkembang suatu teknologi yang mampu mengadopsi



proses dan cara pikir manusia yaitu kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence* (AI). Dengan adanya kecerdasan buatan, komputer akan dapat membantu menyelesaikan masalah yang besar dan kompleks dengan lebih cepat dan objektif daripada manusia. Disamping itu komputer dapat menyimpan data dalam jumlah besar sehingga dapat diproses dengan mudah. *Artificial Intelligence* (AI) memiliki berbagai macam aplikasi, salah satunya adalah sistem pakar.

TINJAUAN PUSTAKA

Gizi Buruk

Balita gizi buruk memiliki keadaan berat badan kurang, setiap kali penimbangan tidak ada penambahan berat badan. Balita yang menderita gizi buruk dapat disebabkan infeksi, penyakit infeksi dibawa sejak dalam kandungan maupun selama proses tumbuh kembang (Wahyuni et al., 2020). Gizi buruk berdasarkan gejala klinisnya dapat dibagi menjadi 3 yaitu Marasmus, Kwashiorkor, Marasmiks-Kwashiorkor. Gejala marasmus antara lain anak tampak kurus, rambut tipis dan jarang, kulit keriput yang disebabkan karena lemak di bawah kulit berkurang, muka seperti orang tua (berkerut), balita cengeng dan rewel meskipun setelah makan, bokong baggy pant, dan iga gambang (Febriyanti, 2019). Kwashiorkor adalah suatu bentuk malnutrisi protein yang berat disebabkan oleh asupan karbohidrat yang normal atau tinggi dan asupan protein yang tidak mencukupi. Marasmic-kwashiorkor gejala klinisnya merupakan campuran dari beberapa gejala klinis antara kwashiorkor dan marasmus dengan Berat Badan (BB) menurut umur (U) < 60% baku median WHO-NCHS yang disertai edema yang tidak mencolok (Nadila & Anggraini, 2016)

Kecerdasan Buatan

Kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence* merupakan salah satu bagian komputer yang membuat agar mesin (komputer) dapat melakukan pekerjaan seperti dan sebaik yang dilakukan oleh manusia. Kecerdasan buatan bertujuan untuk mengembangkan suatu program komputer yang dapat memecahkan suatu masalah tertentu, dengan cara yang dapat dianggap cerdas seperti layaknya manusia. Sehingga dengan perancangan kecerdasan buatan yang baik, diharapkan peran manusia dapat diminimalisasi dan dapat meringankan beban kerja manusia. *Artificial Intelligence* bekerja dengan menerima *input*, diproses dan kemudian menghasilkan *output* yang berupa suatu keputusan atau solusi. Lingkup utama implementasi dari kecerdasan buatan (Ghosh & Singh, 2020) yaitu sistem pakar (*expert system*) berguna untuk meniru cara berfikir dan penalaran seorang ahli dalam mengambil keputusan berdasarkan situasi yang ada, pengenalan ucapan (*speech recognition*) untuk mengenali suara manusia dengan mencocokkan dengan acuan yang telah diatur sebelumnya, *game playing* meniru cara berfikir manusia dalam bermain *game*, *computer vision* memungkinkan sistem komputer mengenali gambar sebagai inputnya, pengolahan bahasa alami (*natural language processing*) *user* dapat berkomunikasi dengan komputer dengan menggunakan bahasa sehari-hari, logika fuzzy (*fuzzy logic*) terdapat pada alat-alat elektronik dan robotika. dimana alat-alat elektronik tersebut mampu berfikir dan bertindak laku sebagaimana layaknya manusia.

Sistem Pakar

Sistem pakar merupakan program *Artificial Intelligence* (AI) yang menggabungkan basis pengetahuan dengan *inference engine*. Dalam menghadapi suatu permasalahan sering ditemukan jawaban yang tidak memiliki kepastian penuh. Ketidakpastian dapat berupa probabilitas atau kebolehjadian yang tergantung dari hasil suatu kejadian. Hasil yang tidak pasti disebabkan oleh dua faktor, yaitu aturan yang tidak pasti dan jawaban pengguna yang tidak pasti atas suatu pertanyaan yang diajukan oleh sistem. Sistem pakar harus mampu bekerja dalam ketidakpastian, salah satu sistem pakar yang memiliki kegunaan dalam Diagnosa penyakit adalah MYCIN (Iswara et al., 2021). MYCIN merupakan program interaktif yang melakukan diagnosis penyakit meningitis dan infeksi bacremia serta memberikan rekomendasi terapi antimicrobia. MYCIN menjadi acuan penting untuk pengembangan sistem pakar secara modern karena didalamnya telah terintegrasi semua komponen standar yang dibutuhkan oleh sistem pakar.

METODE PENELITIAN

Metode *certainty factor* cocok diterapkan untuk kasus diagnosis gangguan perkembangan anak karena dalam permasalahan sering ditemukan jawaban tidak memiliki kepastian penuh (Susanto, 2015). *Certainty factor* diperkenalkan dalam pembuatan MYCIN. *Certainty Factor* (CF) merupakan nilai parameter klinis yang diberikan oleh MYCIN untuk menunjukkan tingkat kepercayaan (Iswara et al., 2021). Faktor kepastian merupakan cara dari penggabungan kepercayaan dan ketidakpercayaan dalam bilangan yang tunggal. Dalam *certainty factor*, data-data kualitatif direpresentasikan sebagai derajat keyakinan (*degree of belief*). *Certainty factor* memperkenalkan konsep *belief*(keyakinan) dan *disbelief*(ketidakyakinan). Konsep ini kemudian diformulasikan dalam Rumus 1.

$$CF(H,E)=MB(H,E)-MD(H,E) \quad (1)$$

CF(H,E) merupakan *certainty factor* dari hipotesis H yang dipengaruhi oleh gejala (evidence) E. Besarnya CF berkisar antara 0 sampai dengan 100 Nilai 0 menunjukkan ketidakpercayaan mutlak sedangkan nilai 100 menunjukkan kepercayaan mutlak. Beberapa evidence dikombinasikan untuk menentukan CF dari suatu hipotesis. Jika e1 dan e2 adalah suatu observasi, maka sebagaimana Rumus 2 dan 3.

$$MB [h, e1 \wedge e2] = \{ MB[h,e1] + MB[h,e2] \cdot (1-MB[h,e1]) \} \quad (2)$$

$$MD [h, e1 \wedge e2] = \{ MD[h,e1] + MD[h,e2] \cdot (1-MD[h,e1]) \} \quad (3)$$

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 (Iswara et al., 2021). Setelah MB dan MD dari evidence e1 dan e2 diketahui maka memasukan ke Rumus 4, yaitu:

$$CF [h,e1 \wedge e2] = MB[h,e1 \wedge e2] - MD[h,e1 \wedge e2] \quad (4)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain penelitian merupakan tahapan yang akan dilakukan peneliti untuk mempermudah dalam melakukan penelitian. Tahapan penelitian yang dilakukan adalah menentukan kebutuhan data yang akan digunakan, mempersiapkan alat dan bahan penelitian, alat adalah perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*), data-data yang telah dikumpulkan melalui wawancara dengan pakar, pembangunan sistem. Hasil dari perancangan sistem adalah diagnosis/identifikasi gizi buruk pada balita. Dalam perancangan sistem identifikasi gizi buruk pada balita dimulai dengan perancangan basis data, perancangan basis pengetahuan, penggunaan *CF* dan Mesin inferensi, serta perancangan antar muka pemakai.

Analisa Kebutuhan Sistem

Pada analisa kebutuhan sistem, akan dijelaskan tentang data-data yang digunakan sistem. Tahap yang dilakukan untuk mendapatkan data yang digunakan oleh sistem diantaranya tentang pembentukan *database*, *knowledge base*, pembentuksn *rule*, atau kaidah dari metode yang digunakan sistem serta pembentukan tabel keputusan(*decision table*).

Pembentukan *Knowledge Base*

Knowledge base atau basis pengetahuan merupakan inti program, dimana basis pengetahuan ini merupakan representasi pengetahuan(*knowledge representasion*). Dikarenakan metode dan pernyataan-pernyataan di dalam konsultasi adalah baku, maka dalam penulisan tugas akhir ini untuk mendapatkan pengetahuan(*knowledge*), yang dilakukan penulis adalah observasi langsung terhadap dokter ahli yang mengetahui mengenai penyakit terkait. Dari observasi lapangan yang dilakukan didapatkan data-data pertanyaan dan jawaban yang merupakan hasil diagnosis dan solusi serta nilai kepastian berdasarkan penyakit yang diderita oleh pasien. Maka data tersebut dimasukkan kedalam beberapa tabel, yaitu tabel Keputusan yang menghubungkan antara penyakit dengan gejala, tabel representasi pengetahuan aturan-aturan (*rule*), serta tabel Nilai *Measure Beliefe* (MB) dan *Measure Disbeliefe*(MD).

Pembentukan Tabel Keputusan (*Decision Table*) Penyakit Dengan Gejala.

Berdasarkan data penyakit dan gejala yang ada, dapat disingkat informasinya menjadi tabel keputusan (*decision table*) yang isinya relasi atau hubungan antara penyakit dan gejalanya. Tabel gejala-gejala penyakit dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rincian Gejala-Gejala Penyakit

| Kode | Nama Gejala |
|------|---|
| G01 | Edema (Pembengkakan Seluruh Tubuh) |
| G02 | Wajah membulat dan sembab |
| G03 | Pandangan mata sayu |
| G04 | Rambut merah seperti bulu jagung |
| G05 | Rambut mudah dicabut dan rontok |
| G06 | Pembesaran hati |
| G07 | Otot mengecil (hipotrofi) |
| G08 | Kelainan kulit berupa bercak merah muda yg meluas & berubah menjadi coklat kehitaman dan dan terkelupas |

| Kode | Nama Gejala |
|------|--|
| G09 | Apatis |
| G10 | Rewel |
| G11 | Anemia |
| G12 | Diare |
| G13 | Kulit keriput, jaringan lemak subkutis sangat tidak ada Baggy Pants (pakai celana longgar) |
| G14 | Wajah seperti orang tua(keriput) |
| G15 | Cengeng |
| G16 | Kulit keriput, jaringan lemak subkutis sangat tidak ada Baggy Pants (pakai celana longgar) |
| G17 | Perut cekung |
| G18 | Iga gambang |
| G19 | Badan Sangat kurus, hingga seperti tulang terbungkus kulit |
| G20 | Edema yang tidak mencolok |
| G21 | Perut membusung kedepan secara mencolok (busung lapar) |
| G22 | Berat Badan dan Tinggi badan yang tidak normal dengan balita lain se-usianya |

Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Data yang diperoleh dari hasil studi literatur dan wawancara serta observasi yaitu terdapat 3 jenis penyakit gizi buruk yaitu *Kwashiorkor* (Gizi Buruk Kekurangan Protein), *Marasmus* (Gizi Buruk Kekurangan Karbohidrat dan Kalori) dan *Marasmik – Kwashiorkor* (Busung Lapar), dan terdapat 22 gejala. Setiap jenis penyakit dapat diklasifikasikan berdasarkan gejalanya. Adapun untuk rincian penyakit sebagaimana pada Tabel 2.

Tabel 2. Jenis Penyakit Gizi Buruk

| Kode | Nama Penyakit |
|------|-----------------------------|
| P01 | <i>Kwaskhiokor</i> |
| P02 | <i>Marasmus</i> |
| P03 | <i>Marasmik-Kwaskhiokor</i> |

Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Berdasarkan Tabel 1, setiap penyakit gizi buruk pada balita diklasifikasikan menjadi tiga macam jenis penyakit dan memiliki gejala-gejala yang berbeda. Berikut daftar penyakit beserta gejalanya:

- a. Penyakit *Kwaskhiokor*, memiliki 12 gejala sebagai berikut edema seluruh tubuh, wajah membulat dan sembab, pandangan mata sayu, rambut merah seperti bulu jagung, rambut mudah dicabut dan rontok, pembesaran hati, otot mengecil (hipotrofi), kelainan kulit berupa bercak merah muda yg meluas dan berubah menjadi coklat kehitaman dan dan terkelupas, apatis, rewel, anemia, diare.
- b. Penyakit *Marasmus*, memiliki 7 gejala sebagai berikut badan sangat kurus, hingga seperti tulang terbungkus kulit, wajah seperti orang tua(keriput), cengeng, kulit keriput, jaringan lemak subkutis sangat tidak ada baggy pants (pakai celana longgar), perut cekung, iga gambang, sering disertai penyakit infeksi (umumnya kronis berulang).
- c. Penyakit *Marasmik-Kwaskhiokor* mempunyai 3 gejala sebagai berikut edema tidak mencolok, sering disertai penyakit infeksi (umumnya kronis berulang), berat badan dan tinggi badan yang tidak normal dengan balita lain se-usianya.

Tabel 3 menunjukkan gejala-gejala penyakit dan nilai MB dan MD, yang selanjutnya akan menjadi dasar perhitungan pada aplikasi yang dibuat.

Tabel 3. Nilai MB dan MD menurut Pakar Kesehatan

| No | Gejala | Nilai | |
|-----|---|-------|------|
| | | MB | MD |
| 1. | Edema (Pembengkakan Seluruh Tubuh) | 0,85 | 0,05 |
| 2. | Wajah membulat dan sembab | 0,60 | 0,01 |
| 3. | Pandangan mata sayu | 0,65 | 0,03 |
| 4. | Rambut merah seperti bulu jagung | 0,75 | 0,02 |
| 5. | Rambut mudah dicabut dan rontok | 0,75 | 0,02 |
| 6. | Pembesaran hati | 0,80 | 0,04 |
| 7. | Otot mengecil (hipotrofi) | 0,82 | 0,05 |
| 8. | Kelainan kulit berupa bercak merah muda yg meluas & berubah menjadi coklat kehitaman dan dan terkelupas | 0,75 | 0,02 |
| 9. | Apatis | 0,60 | 0,01 |
| 10. | Rewel | 0,60 | 0,01 |
| 11. | Anemia | 0,65 | 0,03 |
| 12. | Diare | 0,60 | 0,01 |
| 13. | Kulit keriput, jaringan lemak subkutis sangat tidak ada Baggy Pants (pakai celana longgar) | 0,75 | 0,02 |
| 14. | Wajah seperti orang tua(keriput) | 0,65 | 0,03 |
| 15. | Cengeng | 0,60 | 0,01 |
| 16. | Kulit keriput, jaringan lemak subkutis sangat tidak ada Baggy Pants (pakai celana longgar) | 0,80 | 0,04 |
| 17. | Perut cekung | 0,85 | 0,05 |
| 18. | Iga gambang | 0,80 | 0,04 |
| 19. | Badan Sangat kurus, hingga seperti tulang terbungkus kulit | 0,85 | 0,05 |
| 20. | Edema yang tidak mencolok | 0,87 | 0,07 |
| 21. | Perut membusung kedepan secara mencolok (busung lapar) | 0,87 | 0,07 |
| 22. | Berat Badan dan Tinggi badan yang tidak normal dengan balita lain se-usianya | 0,90 | 0,09 |

Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Representasi Pengetahuan Tentang Aturan-Aturan (Rules)

Representasi pengetahuan dalam penelitian menggunakan kaidah produksi. Representasi pengetahuan selanjutnya digunakan untuk menentukan proses pencarian atau menentukan kesimpulan yang didapat. Berdasarkan Tabel 3, diperoleh tiga aturan (*rule*):

Aturan 1, yang digunakan untuk penyakit gizi buruk *Kwaskhiokor*:

- If Edema seluruh Tubuh
- And Wajah membulat dan sembab
- And Pandangan Mata Sayu
- And Rambut Merah seperti Bulu Jagung
- And Rambut Mudah Dicabut dan Rontok
- And Pembesaran Hati
- And Otot Mengecil Dibawah Kulit Pinggul
- And Kelainan Kulit berupa bercak merah muda yang meluas
- And Apatis
- And Rewel

And Anemia
And Diare
Then Terkena Penyakit Gizi Buruk *Kwaskhiokor*

Aturan 2, yang digunakan untuk penyakit gizi buruk *Marasmus*

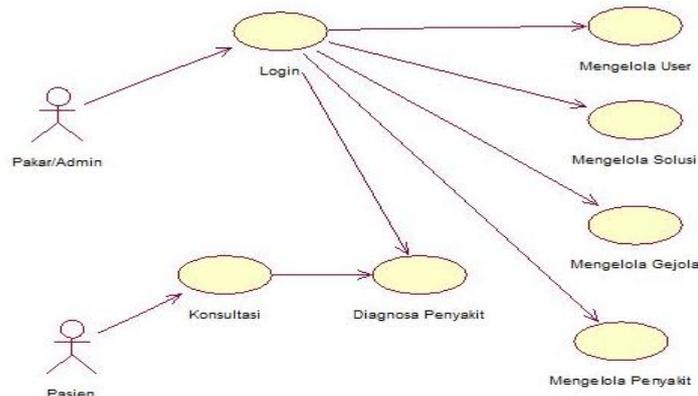
If Badan Kurus, hingga seperti tulang terbungkus kulit
And Wajah membulat dan sembab
And Wajah seperti orang tua
And Cengeng
And Baggy Pants(Sering memakai celana longgar)
And Perut Cekung
And Iga Gambang
And Sering disertai penyakit kronis
Then Terkena Penyakit Gizi Buruk *Marasmus*

Aturan 3, yang digunakan untuk penyakit gizi buruk *Marasmik-Kwaskhiokor*:

If Edema Tidak Mencolok
And Perut membusung kedepan secara mencolok
And Berat Badan dan Tinggi Badan tidak normal dibandingkan dengan balita seusianya.
Then Terkena Penyakit Gizi Buruk *Marasmik-Kwaskhiokor*

Use Case Diagram

Dalam proses perancangan diuraikan proses yang akan dijalankan dan gambaran layout aplikasi yang akan dibuat. Tahap ini menghasilkan sistem sebagai kumpulan dari berbagai macam modul dan subsistem. Dalam aplikasi yang dibangun ada tujuh proses yang dilakukan. Ketujuh proses tersebut adalah login, mengelola user, mengelola solusi, mengelola gejala, mengelola penyakit, konsultasi, diagnosa penyakit. Seorang pakar/admin dapat mengelola user, mengelola solusi, mengelola penyakit, serta dapat memberikan hasil diagnosa penyakit, setelah pasien melakukan konsultasi, sebaliknya pasien hanya bisa konsultasi, setelah itu mendapatkan hasil diagnosa penyakit. *Use case diagram* sistem pakar identifikasi gizi buruk pada balita seperti pada Gambar 1.

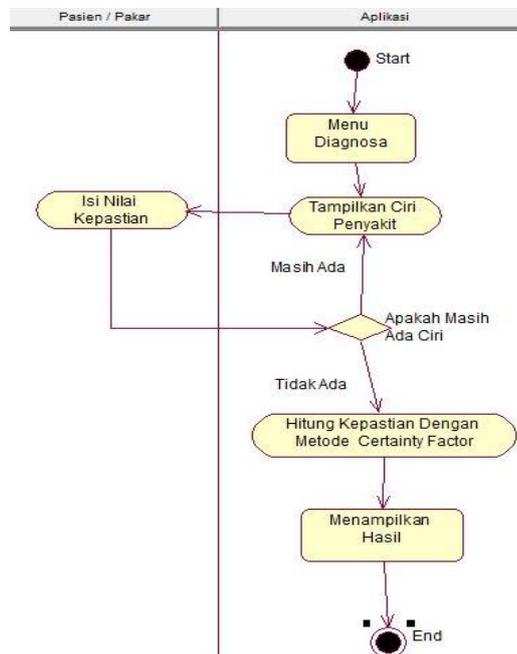


Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Gambar 1. Use Case Diagram Sistem

Activity Diagram

Activity diagram menggambarkan alur proses pada tiap-tiap *use case*. Terdapat tujuh *activity diagram* sesuai dengan jumlah *use case*-nya yaitu *activity diagram* login, *activity diagram* mengelola user, *activity diagram* mengelola penyakit, *activity diagram* mengelola gejala, *activity diagram* mengelola solusi, *activity diagram* konsultasi, *activity diagram* diagnosa penyakit. Pada Gambar 2 menjelaskan bagian menjelaskan tentang aktifitas dalam melakukan diagnosa penyakit yang dilakukan oleh seorang *user*. Aktor pelakunya adalah pengguna aplikasi yaitu *user*. *Activity diagram* ini menggambarkan dalam *use case* diagnosa penyakit. Aplikasi akan menampilkan menu konsultasi untuk *user*, yang sebelumnya telah registrasi menjadi pasien, aktifitas selanjutnya yaitu *user* dapat memilih data gejala penyakit yang dideritanya dalam hal ini orang tua pasien, berhubung untuk seorang balita belum dapat akses menggunakan aplikasi. Setelah proses memilih data gejala penyakit selesai, proses selanjutnya *user* dapat mengisi nilai kepastian dari gejala penyakit tersebut, setelah itu sistem akan menghitung dan menampilkan hasil dari nilai kepastian CF (*certainty factor*) tersebut, pada akhirnya diagnosa penyakit gizi buruk akan didapat seorang pasien, berikut jenis gizi buruk tersebut lengkap dengan gambar dan cara penanggulangannya.



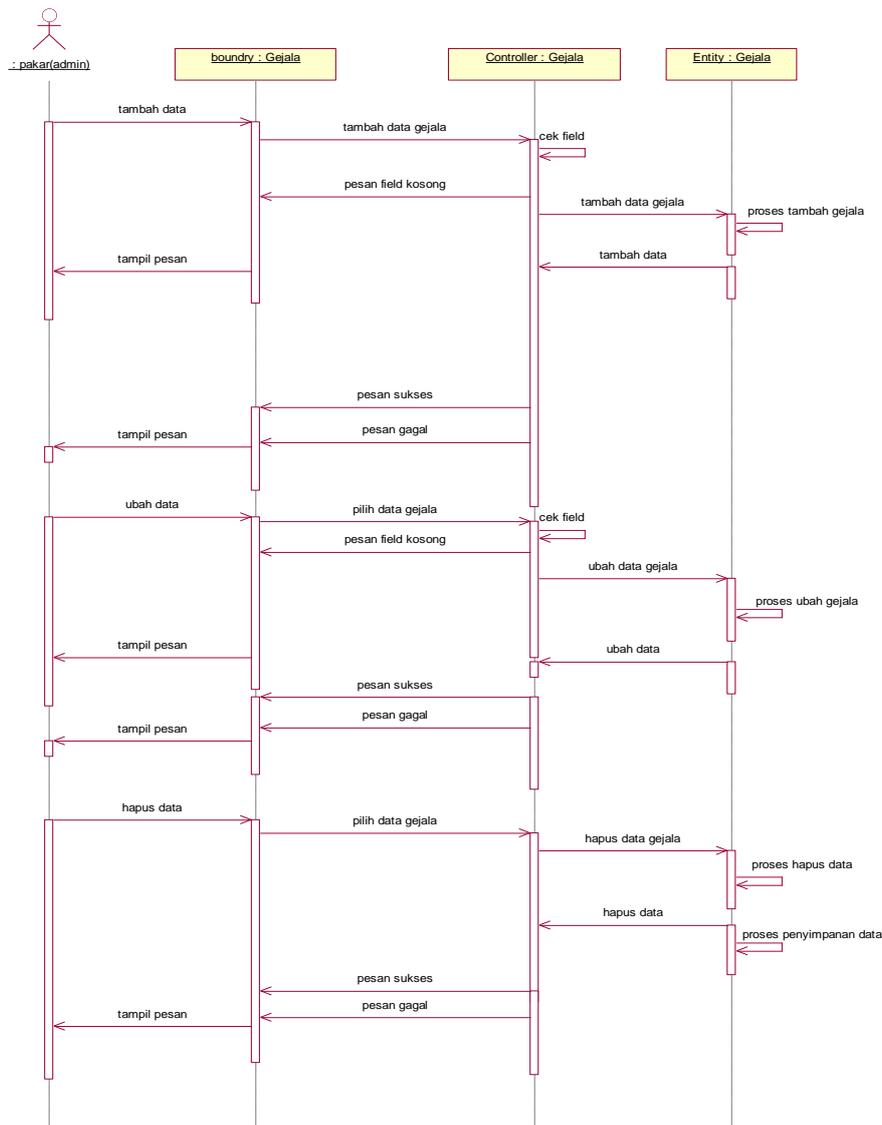
Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Gambar 2. Activity Diagram Diagnosa Penyakit

Sequence Diagram

Untuk *sequence diagram* setiap aktor didefinisikan aktifitasnya urut berdasarkan waktu sesuai dengan rancangan kebutuhan sistem pakar untuk mengidentifikasi gizi buruk pada balita. *Sequence diagram* pada Gambar 3 menunjukkan mengelola data gejala seperti menambah, mengubah, menghapus data gejala. 1) Aktor memilih kegiatan yang akan dilakukan tambah mengisi form, sistem akan memeriksa field apakah masih kosong atau tidak, jika ya tampilkan pesan *field* masih kosong, jika tidak sistem melakukan proses

penambahan data pada basis data, jika berhasil tampil pesan data berhasil ditambah. 2) Aktor Memilih kegiatan yang akan dilakukan ubah mengisi form, sistem akan merespon jika aktor memilih ubah, tampil pesan konfirmasi data akan diubah? Jika tidak maka kembali ke form, jika ya sistem melakukan proses pengubahan data pada basis data. Jika berhasil, tampil pesan data berhasil di ubah. 3) Aktor memilih kegiatan yang akan dilakukan hapus mengisi form, sistem akan merespon jika aktor memilih hapus , tampil pesan konfirmasi data akan dihapus? jika ya sistem melakukan memproses penghapusan data, jika berhasil, tampil pesan data berhasil di hapus. 4) Aktor memilih kegiatan yang akan dilakukan hapus mengisi form, jika aktor memilih hapus , tampil pesan konfirmasi data akan dihapus? jika ya sistem melakukan memproses penghapusan data, jika berhasil, tampil pesan data berhasil di hapus. Kondisi akhir sistem aktor dapat mengelola data gejala yang baik.



Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Gambar 3. Sequence Diagram Mengelola Data Gejala

Pengolahan Data

Data yang diperoleh dalam penelitian adalah data gejala-gejala penyakit beserta jenis penyakit gizi buruk pada balita beserta nilai MB dan MD yang diberikan pakar. Untuk mendapatkan nilai *Certainty Factor*, harus melalui perhitungan nilai *measure of belief* (MB) dan nilai *measure of disbelief* (MD). Nilai MB dan MD. Nilai MB dan MD dan untuk seluruh gejala yang ada pada penelitian ini ditentukan oleh pakar kesehatan yaitu dokter. Untuk menentukan berapa nilai MB dan MD tersebut, maka perlu rentang nilai. Semakin tinggi nilai MB, maka nilai kepercayaan gejala yang didapat menyebabkan penyakit gizi buruk, dan semakin tinggi nilai MD, maka nilai ketidakpercayaannya semakin tinggi. Sebaliknya semakin rendah nilai MB, maka nilai kepercayaan gejala yang diperoleh semakin kecil dan semakin rendah nilai MD, maka nilai ketidakpercayaannya semakin rendah. Tabel 4 menunjukkan rentang nilai dalam menentukan nilai MB dan MD.

Tabel 4. Tabel Penentuan Nilai MB dan MD

| No. | Keterangan | Nilai MB dan MD |
|-----|-----------------------|-----------------|
| 1. | Tidak Tahu/ Tidak Ada | 0,1 – 0,2 |
| 2. | Mungkin | 0,3 – 0,4 |
| 3. | Kemungkinan Besar | 0,5 – 0,6 |
| 4. | Hampir Pasti | 0,7 – 0,8 |
| 5. | Pasti | 0,9 - 1 |

Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Metode penalaran yang digunakan dalam sistem adalah penalaran pelacakan maju (*Forward Chaining*) yaitu dimulai dari sekumpulan fakta-fakta tentang suatu gejala yang diberikan oleh *user* sebagai masukan sistem, selanjutnya dilakukan pelacakan sampai tujuan akhir berupa diagnosis kemungkinan jenis penyakit yang diderita dan penjelasan tentang jenis penyakit yang diderita serta cara mengatasinya atau solusi. Tabel 5 merupakan data perhitungan untuk penyakit gizi buruk tipe *kwaskhiorkor*.

Tabel 5. Penghitungan Penyakit *Kwaskhiorkor*

| Gejala | MB | MD |
|-----------|------|------|
| G01 | 0,85 | 0,05 |
| G02 | 0,60 | 0,01 |
| G03 | 0,65 | 0,03 |
| G04 | 0,75 | 0,02 |
| G05 | 0,75 | 0,02 |
| G06 | 0,80 | 0,04 |
| G07 | 0,82 | 0,05 |
| G08 | 0,75 | 0,02 |
| G09 | 0,60 | 0,01 |
| G10 | 0,60 | 0,01 |
| G11 | 0,65 | 0,03 |
| G12 | 0,60 | 0,01 |
| CF Rule : | | 0,74 |

Sumber: Hasil Penelitian (2023)



Dengan menggunakan Rumus 1 sampai rumus 4, data pada Tabel 5 merupakan hasil dari perhitungan untuk penyakit *Kwashiorkor* dengan langkah perhitungan sebagai berikut:

IF diketahui Gejala 01, dengan $MB = 0,85$ dan $MD = 0,05$:

$$\begin{aligned} CF \text{ Gejala 01} &= MB - MD \\ &= 0,85 - 0,05 \\ &= 0,80 \end{aligned}$$

AND Gejala 02, dengan $MB = 0,60$ dan $MD = 0,01$:

$$\begin{aligned} MB &= MBLama + MB * (1 - MBLama) \\ &= 0,85 + 0,60 (1-0,85) \\ &= 0,94 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} MD &= MDLama + MD * (1 - MDLama) \\ &= 0,05 + 0,01 (1-0,05) \\ &= 0,06 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CF \text{ Gejala 02} &= MB - MD \\ &= 0,94 - 0,06 \\ &= 0,88 \end{aligned}$$

.....
AND Gejala 12, dengan $MB = 0,60$ dan $MD = 0,01$:

$$\begin{aligned} MB &= MBLama + MB * (1 - MBLama) \\ &= 1 + 0,60 (1 - 1) \\ &= 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} MD &= MDLama + MD * (1 - MDLama) \\ &= 0,25 + 0,01 (1 - 0,25) \\ &= 0,26 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CF \text{ Gejala 12} &= MB - MD \\ &= 1,00 - 0,26 \\ &= 0,74 \end{aligned}$$

THEN CF Rule dari penyakit *Kwashiorkor* adalah sebesar 0,74

Adapun untuk perhitungan penyakit *Marasmus* sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 6 dan penyakit *Marasmik-Kwashiorkor* sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 7

Tabel 6. Penghitungan Penyakit *Marasmus*

| Gejala | MB | MD |
|-----------|------|------|
| G13 | 0,75 | 0,02 |
| G14 | 0,65 | 0,03 |
| G15 | 0,60 | 0,01 |
| G16 | 0,80 | 0,04 |
| G17 | 0,85 | 0,05 |
| G18 | 0,80 | 0,04 |
| G19 | 0,85 | 0,05 |
| CF Rule : | | 0,79 |

Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Tabel 7. Penghitungan Penyakit *Marasmik-Kwashiorkor*

| Gejala | MB | MD |
|-----------|------|------|
| G20 | 0,87 | 0,07 |
| G21 | 0,87 | 0,07 |
| G22 | 0,90 | 0,09 |
| CF Rule : | | 0,80 |

Dari hasil penghitungan gejala-gejala pada Tabel 5, 6, dan 7 dapat diambil kesimpulan untuk penghitungan nilai kepastian untuk tiap-tiap penyakit ke dalam tabel fakta-fakta penyakit gizi buruk pada balita Tabel 8.

Tabel 8. Fakta-Fakta Penyakit Gizi Buruk Pada Balita

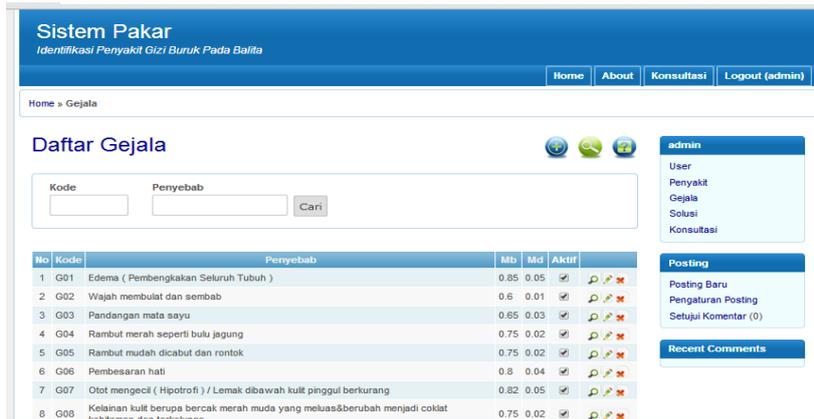
| Kode Penyakit | Nama | Deskripsi Penyakit | CF |
|---------------|--------------------------------------|--|------|
| P01 | Penyakit <i>Kwashiorkor</i> | Kwashiorkor adalah satu bentuk malnutrisi yang disebabkan oleh defisiensi protein yang berat bisa dengan konsumsi energi dan kalori tubuh yang tidak mencukupi kebutuhan. Kwashiorkor adalah salah satu bentuk sindroma dari gangguan yang dikenali sebagai Malnutrisi Energi Protein (MEP) Dengan beberapa karakteristik berupa edema dan kegagalan pertumbuhan,depigmentasi,hyperkeratosis artinya keadaan kekurangan protein yang parah dan pemasukan kalori yang kurang. intinya penyakit ini diakibatkan karena kekurangan zat protein yang sangat banyak | 0,74 |
| P02 | Penyakit <i>Marasmus</i> | Marasmus adalah suatu penyakit malnutrisi energi protein berat akibat dari kurang mendapat masukan makanan dalam waktu lama yang ditandai dengan penurunan berat badan dan atropi jaringan tubuh secara bertahap terutama subkutan sehingga anak tampak lebih tua dengan kulit keriput dan turgor kulit menurun, intinya penyakit ini terjadi akibat kekurangan zat kalori yang sangat banyak | 0,79 |
| P03 | Penyakit <i>Marasmik-Kwashiorkor</i> | Marasmik-Kwashiorkor adalah suatu sindrom protein calorie malnutrition dimana ditemukan gejala-gejala marasmus dan kwashiorkor . Jadi marasmik-kwashiorkor merupakan sindrom perpaduan dari marasmus dan kwashiorkor. Penyakit ini terjadi akibat kekurangan zat protein dan zat kalori yang sangat banyak | 0,80 |

Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Implementasi Antar Muka

Setelah proses desain selesai, rancangan untuk membangun aplikasi telah siap. Selanjutnya aplikasi dibuat dengan bahasa pemrograman yang telah ditentukan dalam proses analisa yaitu PHP. Aplikasi sistem pakar untuk mengidentifikasi gizi buruk pada balita yang terdiri dari 16 *form yaitu* Halaman Utama, Halama *Login*, Halaman Utama Pakar, Halaman Menu Mengelola Penyakit, Halaman Menu Tambah Data Penyakit, Halaman Menu Tambah Data Gejala, Halaman Menu Tambah Data Solusi, Halaman Mengelola *User/Pakar*, Halaman Untuk *Create New User/pasien*, Halaman *Delete User*, Halaman Lihat Penyakit, Halaman Lihat Gejala, Halaman Melihat Solusi, Halaman Konsultasi, Halaman Pemilihan Gejala, Halaman Hasil Diagnosis.

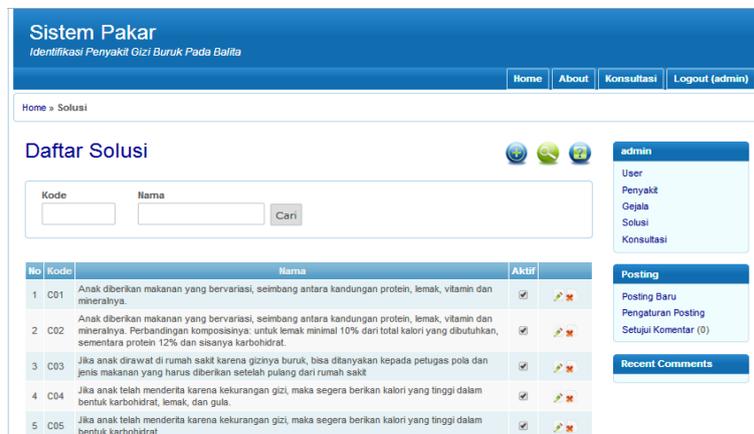
Pada halaman lihat gejala administrator dapat melihat semua data mengenai gejala, yaitu kode, penyebab, serta nilai MB dan nilai MD yang diberikan pakar. Tampilan halaman dapat dilihat pada Gambar 4.



Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Gambar 4. Halaman Lihat Gejala

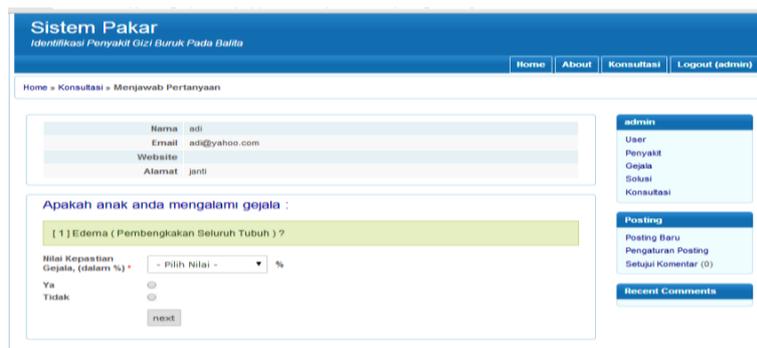
Pada halaman melihat solusi administrator dapat melihat data solusi. Tampilan halaman dapat dilihat pada Gambar 5.



Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Gambar 5. Halaman Melihat Solusi

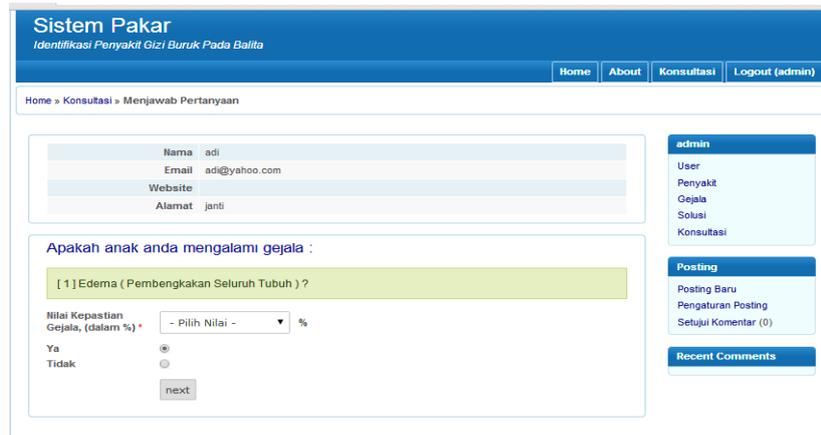
Seperti terlihat pada Gambar 5, halaman tempat *user* melakukan konsultasi terhadap permasalahan yang dialaminya atau permasalahan yang ingin ditanyakannya.



Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Gambar 6. Halaman Konsultasi

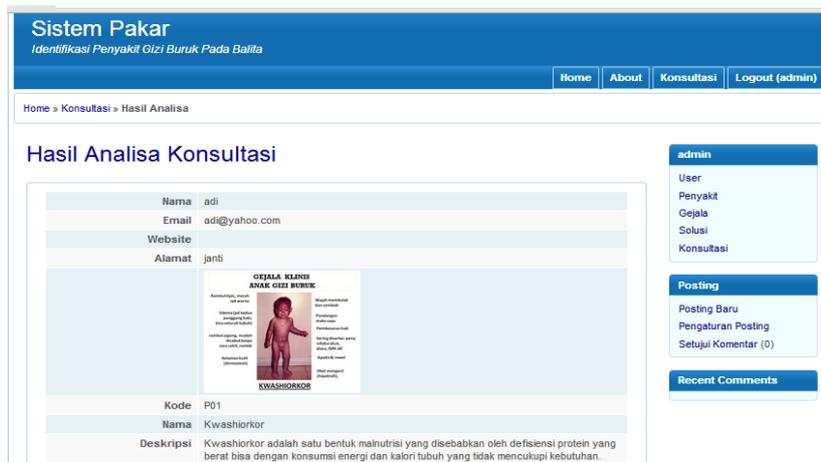
Konsultasi dimulai dengan mengisi gejala awal yang dimiliki *user* dengan memilih gejala yang di pertanyakan oleh program. *User* memasukkan gejala 1 Edema (Pembengkakan Seluruh Tubuh), karena gejala Edema (Pembengkakan Seluruh Tubuh) adalah gejala yang masih umum maka belum didapatkan hasil dari diagnosa ini, kemudian sistem akan memberikan lagi pertanyaan gejala yang harus dipilih oleh *user* seperti terlihat pada Gambar 7.



Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Gambar 7. Halaman Pemilihan Gejala Edema

Halaman pemilihan gejala edema adalah laporan hasil diagnosa yang telah dilakukan *user*. Halaman ini berisi kode, nama, deskripsi, dan penanggulangannya. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 8.



Sumber: Hasil Penelitian (2023)

Gambar 8. Hasil Diagnosa Penyakit Gizi Buruk Pada Balita

PENUTUP

Sistem pakar identifikasi gizi buruk pada balita secara fungsional telah memberikan hasil dari setiap proses sesuai dengan yang diharapkan. Berdasarkan hasil uji perangkat lunak yang dibuat dengan melakukan analisis terhadap efisiensi dan



efektifitas sistem dibandingkan dengan sistem yang berjalan dalam mengidentifikasi penyakit gizi buruk pada balita. Sistem pakar sangat diperlukan dan dapat dijadikan sebagai *alternatif* untuk membantu pekerjaan staff penanggung jawab gizi. Dapat meningkatkan pemahaman pasien dalam hal ini orang tua balita dalam mengetahui dengan benar gejala dan jenis penyakit gizi buruk pada balita.

REFERENSI

- Abdullah, S. S., & Afifah, V. H. (2023). Model Pemantauan Layanan Posyandu sebagai Sarana untuk Meningkatkan Pengendalian Kesehatan Balita. *Seminar Nasional Teknik Universitas Suryakencana*.
<https://jurnal.unsur.ac.id/semnastekunsur/article/view/3451>
- Dinas Kesehatan Kabupaten Majalengka. (2021). *2021 Profil Kesehatan*.
<https://diskes.jabarprov.go.id/assets/unduh/261903625ff980d856c409eff10b838c.pdf>
- Febriyanti, H. A. (2019). *Asuhan Keperawatan Keluarga Dengan Gizi Buruk Pada Balita An. N di Wilayah Kerja Puskesmas Magelang Utara Kota Magelang*.
<https://repository.poltekkes-smg.ac.id/index.php?p=fstream-pdf&fid=40197&bid=19660>
- Ghosh, S., & Singh, A. (2020). The scope of Artificial Intelligence in mankind: A detailed review. *Journal of Physics: Conference Series*, 1531, 012045.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1531/1/012045>
- Iswara, D. A., Faisol, A., & Prasetya, R. P. (2021). Penerapan Metode Certainly Factor Untuk Sistem Pakar Diagnosis Kerusakan Pada Mobil Daihatsu. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika (JATI)*, 5(2), 418–426.
<https://ejournal.itn.ac.id/index.php/jati/article/download/3771/2835>
- Lestari, R. (2022). *Peningkatan Kapasitas Petugas dalam Pengelolaan Program Gizi Mikro*.
https://diskes.jabarprov.go.id/informasipublik/detail_berita/R0dSOTdSOFkrQy8xSUNpZHZybjJOQT09
- Nadila, F., & Anggraini, D. I. (2016). Manajemen Anak Gizi Buruk Tipe Marasmus dengan TB Paru. *Jurnal Medula Unila*, 6(1), 36–43.
<http://repository.bku.ac.id/xmlui/handle/123456789/1310%0Ahttp://jknamed.com/jknamed/article/view/70%0Ahttp://jurnal.stikeswirahusada.ac.id/jkm/article/download/155/117%0Ahttp://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=423721&val=7403&title=The>
- Septiawati, D., Indriani, Y., & Zuraida, R. (2021). Tingkat Konsumsi Energi dan Protein dengan Status Gizi Balita. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada*, 10(2), 598–604.
<https://doi.org/10.35816/jiskh.v10i2.660>
- Susanto, C. (2015). Aplikasi Sistem Pakar untuk Gangguan Mental pada Anak dengan Metode Certainty Factor. *Jurnal Pekomas*, 18(1), 27–36.
- Wahyuni, L., Nasution, Z., & Tarigan, J. (2020). Fenomena Gizi Buruk Di Wilayah Kerja Puskesmas Peusangan. *Poltekita: Jurnal Ilmu Kesehatan*, 13(2), 62–68.
<https://doi.org/10.33860/jik.v13i2.34>