

Integrasi Sistem Pakar dan Algoritma Genetika untuk Mengidentifikasi Status Gizi pada Balita

Eka Larasati Amalia, Harry Soekotjo Dachlan, dan Purnomo Budi Santoso

Abstrak—Status gizi pada balita sangat dipengaruhi oleh asupan gizi pada menu makanan yang diberikan. Untuk mendapatkan menu makanan yang tepat dengan jenis status gizi dan kebutuhan nutrisinya diperlukan integrasi dari dua sistem yaitu Sistem Pakar (SP) dan Algoritma Genetika (AG).

Data masukan gejala dari pengguna akan diproses di dalam SP untuk mendapatkan jenis status gizi. Hasil dari proses SP, data nutrisi dan datamasukan bahan pangan diproses di dalam AG menghasilkan menu makanan sesuai dengan kondisi status gizi. Dalam pengujian ini digunakan 453 data menu makanan yang telah terkandung jumlah kalori pada tiap-tiap menu makanannya. Dari data tersebut dibentuk populasi yang merepresentasikan solusi menu makanan dalam 1 hari. Pada penelitian ini satu kromosom terdiri dari 3 gen yang merepresentasikan menu makanan untuk makan pagi, siang, dan malam. Seleksi Roulette Wheel, probabilitas *crossover*, probabilitas mutasi dan elitism digunakan untuk mendapatkan nilai *fitness* yang optimum terhadap kandungan nutrisi berdasarkan jenis status gizi. Keluaran yang dihasilkan adalah menu makanan yang sesuai nutrisi.

Hasil analisis berupa jenis status gizi merupakan hasil dari SP. Hasil dari nutrisi adalah kebutuhan nutrisi balita per hari dan hasil AG adalah menu makanan yang direkomendasikan.

Kata Kunci—Status Gizi Balita, Sistem Pakar, Algoritma Genetika

I. PENDAHULUAN

TUMBUH kembang balita sangat dipengaruhi oleh asupan gizi pada menu makanan yang diberikan. Asupan makanan akan berpengaruh terhadap keaktifan dan kecerdasan balita. Oleh karena itu pada saat proses tumbuh kembangnya, balita harus memperoleh asupan makanan yang sesuai dengan kebutuhan agar pertumbuhan dan perkembangannya optimal. Namun saat ini masih banyak orangtua yang memiliki keterbatasan pengetahuan tentang kebutuhan gizi balita, sehingga menyebabkan balita mengalami masalah gizi. Faktor lain adalah keterlambatan dalam penanganan penyakit gizi dan kurangnya tenaga ahli atau pakar.

Eka Larasati Amalia adalah Mahasiswa Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia (email ekalarasati.a@gmail.com)

Harry Soekotjo Dachlan adalah dosen Teknik Elektro Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia (Telp. 0815555811; email : harrysd@brawijaya.ac.id)

Purnomo Budi Santoso adalah dosen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia (Telp. 081216709809; email budiakademika@yahoo.com)

Oleh karena itu dibutuhkan suatu teknologi informasi yang dapat mengidentifikasi status gizi balita dan memberikan solusi berupa menu makanan yang sesuai dengan kebutuhan nutrisinya. Identifikasi status gizi ditentukan dengan menggunakan gejala dengan menerapkan metode sistem pakar yang diintegrasikan dengan algoritma genetika.

Sistem pakar adalah sebuah perangkat lunak komputer yang dapat memberikan solusi dan pengambilan keputusan untuk menyelesaikan masalah-masalah yang biasanya hanya dapat diselesaikan oleh tenaga ahli dalam bidang yang bersangkutan [1]. Hasil keluaran dari sistem pakar berupa identifikasi status gizi akan digunakan sebagai masukan algoritma genetika untuk mencari menu makanan yang sesuai kebutuhan nutrisi balita.

Algoritma genetika merupakan algoritma pencarian yang meniru proses evolusi alam. Dalam proses evolusi, individu akan mengalami perubahan gen untuk menyesuaikan dengan lingkungannya sehingga hanya individu yang terbaik yang mampu bertahan. Dengan meniru proses evolusi ini algoritma genetika dapat digunakan untuk mencari solusi terbaik dari permasalahan yang ada [2]. Oleh sebab itu dalam penelitian ini digunakan algoritma genetika untuk memberikan solusi menu makanan pada penderita gizi.

Penelitian ini mengembangkan sistem pakar dan algoritma genetika dalam perencanaan pengobatan gizi bagi balita. Sistem ini akan menjadi alat bantu untuk mengidentifikasi jenis status gizi dan memberikan solusi menu makanan sesuai dengan kebutuhan nutrisinya. Data dalam sistem akan selalu di update dan di evaluasi kembali perkembangannya sehingga diharapkan membantu pasien ke kondisi yang lebih baik dan sehat.

II. DASAR TEORI

A. Status Gizi

Status gizi adalah keadaan tubuh seseorang yang dipengaruhi oleh konsumsi makanan dan penggunaan zat-zat gizi [3]. Menurut Depkes RI, 2002 status gizi diklasifikasikan menjadi 4 yaitu gizi baik, gizi lebih, gizi kurang, dan gizi buruk. Pada status gizi buruk terbagi lagi menjadi tiga bagian, yakni gizi buruk karena kekurangan protein (disebut kwashiorkor), karena kekurangan karbohidrat atau kalori (disebut marasmus), dan kekurangan kedua-duanya (disebut marasmik kwashiorkor).

Untuk mengetahui status gizi seseorang dapat digunakan berbagai cara, salah satunya yaitu dengan

antropometri. Antropometri digunakan untuk melihat ketidakseimbangan asupan protein dan energi. Pengukuran antropometri meliputi pengukuran berat badan dan tinggi badan (panjang badan).

B. Sistem Pakar

Sistem Pakar adalah sistem yang mengadopsi pengetahuan manusia ke dalam komputer, sehingga dapat memecahkan masalah yang biasanya membutuhkan keahlian manusia [4]. Sistem Pakar tidak digunakan untuk menggantikan posisi seorang pakar namun dapat digunakan untuk mendokumentasikan pengetahuan dan kemampuan pakar tersebut, sehingga dapat membantu proses analisis suatu permasalahan.

Komponen-komponen yang terdapat dalam sistem pakar adalah :

- Antarmuka pengguna (*User Interface*)
Antarmuka pengguna merupakan komponen yang menghubungkan antara program Sistem pakar dan pengguna.
- Basis Pengetahuan (*Knowledge Base*)
Basis pengetahuan merupakan inti dari Sistem pakar karena berisi pengetahuan-pengetahuan dalam penyelesaian masalah.
- Akuisisi pengetahuan
Akuisisi pengetahuan adalah proses pemindahan dan pengumpulan pengetahuan dari pakar ke dalam komputer untuk dijadikan sebagai basis pengetahuan dalam sistem pakar.
- Mesin inferensi
Komponen berfungsi untuk menganalisa suatu masalah tertentu dan kemudian mencari jawaban atau kesimpulan yang terbaik.
- Representasi Pengetahuan
Representasi pengetahuan adalah metode yang digunakan untuk mengkodekan pengetahuan yang akan membentuk basis pengetahuan dari suatu sistem pakar.

C. Algoritma Genetika

Algoritma Genetika adalah proses pencarian yang mengikuti proses evolusi. Dalam proses ini akan dicari solusi yang terbaik dari yang terbaik dari pembangkitan sebelumnya sehingga didapatkan solusi yang paling optimal [4]. Beberapa hal yang harus dilakukan dalam Algoritma Genetika adalah:

- Mendefinisikan individu, definisi individu disini adalah solusi dari permasalahan yang ada.
- Mendefinisikan nilai *fitness*, nilai *fitness* merupakan ukuran baik tidaknya sebuah solusi yang didapatkan.
- Menentukan proses pembangkitan populasi awal.
- Menentukan proses seleksi yang akan digunakan.
- Menentukan proses perkawinan silang (*crossover*) dan mutasi gen.

Komponen-Komponen Utama Algoritma Genetika adalah sebagai berikut:

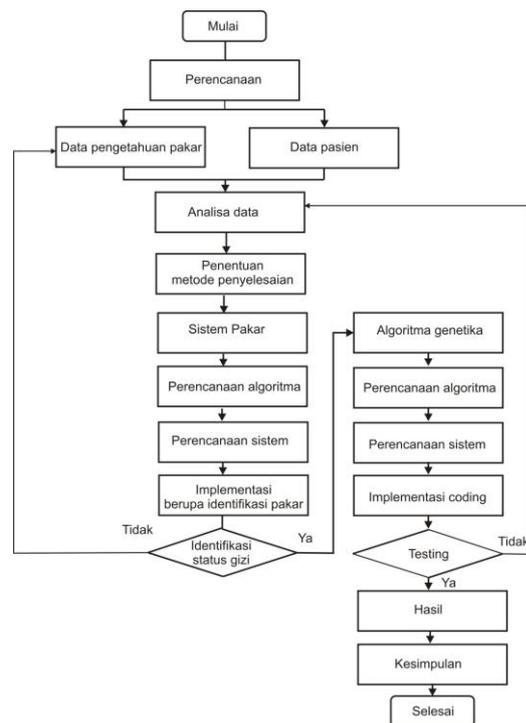
- Teknik Pengkodean
Gen merupakan bagian dari kromosom. Dalam teknik pengkodean ini berarti mengkodekan gen

dari kromosom.

- Membangkitkan populasi awal
Membangkitkan populasi awal adalah proses membangkitkan sejumlah individu secara acak untuk mendapatkan solusi awal.
- Seleksi
Proses seleksi digunakan untuk mendapatkan calon individu yang terbaik. Langkah pertama dalam proses seleksi ini adalah mencari nilai *fitness*.
- Kawin silang
Prinsip kawin silang ini adalah melakukan operasi pertukaran pada gen-gen yang bersesuaian dari dua induk untuk menghasilkan individu baru dengan menggunakan probabilitas kawin silang yang ditentukan.
- Mutasi
Proses mutasi dilakukan dengan memberikan nilai inversi atau menggeser nilai gen pada gen yang terpilih untuk dimutasikan.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Alur penelitian yang dilakukan dalam tesis ini, menggunakan integrasi Sistem Pakar dan Algoritma Genetika yang disajikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Integrasi Sistem Pakar dan Algoritma Genetika

A. Sistem Pakar

Sistem pakar dalam penelitian ini berfungsi untuk mengidentifikasi status gizi balita. Sistem pakar dapat menyimpan kemampuan dan keahlian dari pakar sehingga pengguna dapat bekerja seperti seorang pakar dalam menyelesaikan permasalahan dan mendapatkan solusi yang cepat dan konsisten. Struktur utama dalam Sistem Pakar adalah sebagai berikut:

- Akuisisi Pengetahuan
Tahapan akuisisi pengetahuan dilakukan dengan cara melakukan pengumpulan fakta untuk memperoleh gejala dari penyakit gizi balita dengan melakukan wawancara secara langsung kepada pakar gizi.
- Representasi Pengetahuan
Sistem pakar ini dibuat dalam bentuk *rule based system*, yang mana pengetahuan disimpan dalam bentuk aturan-aturan. Aturan tersebut biasanya berbentuk IF-THEN. Rule base sistem pakar yang digunakan adalah sebagai berikut:

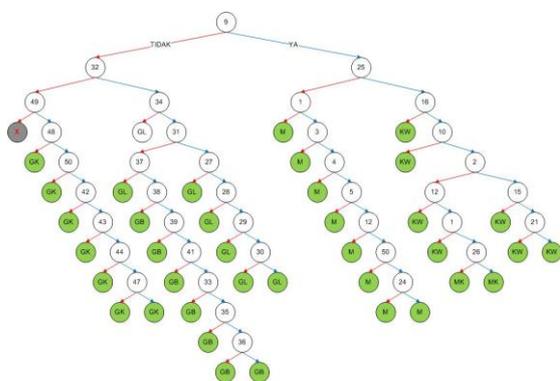
Rule 1: IF mata cekung AND Berat badan kurang walaupun tubuh tidak kurus AND Wajah membulat THEN Kondisi gizi balita anda gizi buruk kwashiorkor

Rule 2: IF mata cekung AND Berat badan kurang walaupun tubuh tidak kurus AND Berat badan sangat kurang THEN Kondisi gizi balita anda gizi buruk marasmus

Rule 3: IF mata cekung AND Seiring bertambahnya umur, bertambah berat badan dan bertambah tinggi AND Rambut berkilau dan kuat THEN Kondisi gizi balita anda gizi lebih

Rule n: IF ... THEN ...

- Mesin Interferensi *Forward chaining*
Metode pencarian ini memulai proses pencarian dari sekumpulan fakta, dari fakta yang ada kemudian dicari suatu kesimpulan yang menjadi solusi dari permasalahan yang dihadapi. Inference tree hasil representasi pengetahuan ditunjukkan dalam Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Inference Tree pada Status Gizi Balita

B. Proses Perhitungan Nutrisi

Dalam nutrisi terjadi proses perhitungan kebutuhan kalori per hari seorang balita dengan memasukan data dari pengguna (umur, jenis kelamin, berat badan, tinggi badan, dan aktifitas fisik). Jika umur balita kurang dari 36 bulan maka akan dilakukan perhitungan lagi untuk usia balita yaitu jika usia:

- Kebutuhan nutrisi 0-3 bulan = $(89 \times \text{berat badan}) + 75$ (1)

- Kebutuhan nutrisi 4-6 bulan = $(89 \times \text{berat badan}) - 44$ (2)

- Kebutuhan nutrisi 7-12 bulan = $(89 \times \text{berat badan}) - 78$ (3)

- Kebutuhan nutrisi 13-36 bulan =

$$(89 \times \text{berat badan}) - 80 \quad (4)$$

Angka 89, 75, 44, 78, dan 80 merupakan nilai tetapan yang menjadi standart internasional. Jika usia balita lebih dari 36 bulan maka perhitungan nutrisi didasarkan dari jenis kelamin.

- Laki-laki:
Hitung kebutuhan nutrisi = $108.8 - (61.9 \times \text{umur}) + \text{aktifitas} \times ((26.7 \times \text{berat badan}) + (903 \times \text{tinggi badan}))$ (5)

- Perempuan:
Hitung kebutuhan nutrisi = $153.3 - (30.8 \times \text{umur}) + \text{aktifitas} \times ((10.0 \times \text{berat badan}) + (934 \times \text{tinggi badan}))$ (6)

Berat ringan aktifitas ditetapkan sebagai berikut [5]:

- Sedentary : tetapan nilai untuk laki-laki dan perempuan adalah 1.00.
Contoh : kondisi balita yang hanya bisa duduk atau tiduran saja.
- Low active : tetapan nilai untuk laki-laki 1.13 dan perempuan 1.16.
Contoh : kondisi balita yang bisa berjalan tetapi tidak terlalu sering.
- Active : tetapan nilai untuk laki-laki 1.26 dan perempuan 1.31.
Contoh : kondisi balita yang bisa berjalan dan bermain normal layaknya balita sehat.
- Very Active : tetapan nilai untuk laki-laki 1.42 dan perempuan 1.56.
Contoh : kondisi balita yang sangat hiperaktif.

C. Algoritma Genetika

Algoritma Genetika digunakan untuk menentukan menu makanan sesuai kebutuhan kalori dan bahan pangan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Masukkan daftar bahan pangan. Bahan pangan ini yang akan diolah untuk menghasilkan menu makanan yang sesuai dengan bahan pangan yang dimasukkan.
- Mendefinisikan nilai *fitness* untuk menentukan baik tidaknya setiap individu. Fungsi *fitness* yang digunakan adalah:

$$F = \frac{1}{(\text{abs}(\sum a - b)) + c} \quad (7)$$

Keterangan:

- a : total kebutuhan kalori individu per hari
- b : total kalori menu makanan dalam sehari
- c : 1; untuk menghindari kesalahan program yang diakibatkan pembagi oleh 0.
- Buat populasi awal dari menu makanan. Pembangkitan populasi awal dilakukan secara acak.
- Seleksi individu, adalah proses pemilihan individu terbaik menggunakan seleksi roulette Wheel.
- Proses perkawinan silang (*crossover*)
 - Membangkitkan 2 individu sebagai induk.
 - Membangkitkan bilangan random untuk menentukan apakah individu tersebut melalui proses *crossover* atau tidak.

- Membandingkan nilai yang dibangkitkan dari bilangan random dengan threshold parameter *crossover*.
- Jika nilai bilangan random kurang dari threshold parameter *crossover* maka proses *crossover* dilakukan
- **Mutasi**
 - Memilih individu secara acak.
 - Membangkitkan bilangan random untuk menentukan apakah individu tersebut melalui proses mutasi atau tidak.
 - Membandingkan nilai yang dibangkitkan dari bilangan random dengan threshold parameter mutasi.
 - Jika nilai bilangan random kurang dari parameter mutasi maka proses mutasi dilakukan dengan membalikkan / menginverskan nilai kromosom dari individu tersebut.
- *Elitism* adalah proses menjaga nilai *fitness* tertinggi agar tidak hilang.
- Ulangi proses seleksi hingga mencapai maksimum generasi.
- Individu dengan dengan probabilitas terbaik adalah solusi, dalam hal ini adalah menu makanan sesuai bahan pangan dan jumlah nutrisi yang direkomendasikan.

IV. PENGUJIAN

A. Pengujian Verifikasi

Pengujian verifikasi dilakukan untuk mengetahui apakah prototipe yang terbentuk telah berjalan sesuai rancangan. Pengujian verifikasi yang dilakukan adalah verifikasi sistem pakar, dan verifikasi algoritma genetika.

Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah desain Sistem Pakar untuk mengidentifikasi status gizi pada balita dapat dijalankan sesuai dengan rule yang telah dirancang. Langkah-langkah tahap pengujian adalah sebagai berikut.

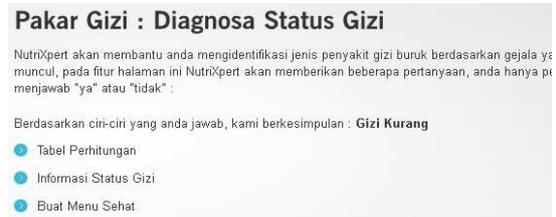
TABEL I
TABEL PENCOCOKAN MASING-MASING RULE

No	Pertanyaan	Jawaban
C9	Apakah mata cekung?	Tidak
C32	Apakah seiring bertambahnya umur, bertambah berat badan dan bertambah tinggi?	Tidak
C49	Apakah tidak nafsu makan?	Ya
C48	Apakah sulit berkonsentrasi?	Ya
C50	Apakah sering terserang penyakit seperti diare, demam, anemia?	Ya
C42	Apakah berat badan anak tidak mengalami kenaikan selama 3 bulan?	Ya
C43	Apakah berat badan anak berada di bawah garis merah atau BGM?	Ya
C44	Apakah tinggi badan anak tidak mengalami penambahan?	Ya
C47	Apakah mudah lelah, lesu?	Ya

- Menjalankan program
- Menjawab pertanyaan dari sistem. Contoh hasil pencocokan jawaban untuk masing-masing rule

dalam kasus status gizi kurang dapat dilihat pada Tabel I.

Keluaran dari Sistem Pakar dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Hasil Uji Verifikasi

Berdasarkan uji verifikasi, dapat disimpulkan bahwa Sistem Pakar ini telah berjalan sesuai rule yang ada. Hal ini dibuktikan dengan kesesuaian keluaran rule dengan prototipe Sistem Pakar.

Tahap verifikasi yang digunakan dengan mengubah kombinasi parameter pada Algoritma Genetika dapat dilihat pada Tabel II berikut ini.

TABEL II
KOMBINASI PARAMETER

Jumlah Populasi	Kombinasi		
	Pc	Pm	Hasil
30	0.75	0.01	0.0063
	0.85	0.01	0.0061
	0.95	0.01	0.0051
30	0.95	0.006	0.0078
	0.95	0.008	0.0052

Dari tabel terlihat adanya perubahan hasil jika dilakukan kombinasi parameter yang berbeda sehingga dapat disimpulkan Algoritma Genetika telah terverifikasi.

B. Pengujian Validasi

Pengujian validasi ini digunakan untuk mengetahui apakah Sistem Pakar yang dibangun memiliki hasil yang sama jika dilakukan secara manual dan telah membantu human expert (pengetahuan pakar). Dapat disimpulkan bahwa akurasi prototipe berdasarkan 7 data yang diuji adalah 85.7% yang menunjukkan bahwa Sistem Pakar ini dapat berfungsi dengan baik dan mewakili pengetahuan pakar.

Uji validasi Algoritma Genetika dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan yang dilakukan bernilai sama atau mendekati dengan perhitungan manual. Pengujian dilakukan terhadap 50 data pasien..

Dari pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa Algoritma Genetika ini dapat berfungsi dengan baik dan hasilnya 88% telah mendekati hasil perhitungan manual.

C. Uji Prototipe

Pengujian dilakukan untuk memastikan Sistem Pakar yang dibuat telah berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Dalam aplikasi Sistem Pakar ini disediakan fasilitas untuk menambah, mengedit, dan menghapus gejala maupun jenis status gizi. Fasilitas ini disediakan untuk keperluan apabila sewaktu-waktu ada gejala atau jenis status gizi yang dirasa perlu dirubah atau ditambah.

- Pengujian Tambah Gejala

TABEL III
PENGUJIAN TAMBAH GEJALA

Masukan	Yang Diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Definisi ciri	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definisi ciri dimasukkan dan menekan tombol simpan ▪ Menampilkan daftar gejala yang telah ditambah 	Menampilkan daftar gejala yang telah ditambah	Diterima

- Pengujian Ubah Gejala

TABEL IV
PENGUJIAN UBAH GEJALA

Masukan	Yang Diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Definisi ciri	Menampilkan tombol simpan, box isian gejala yang akan diubah	Menampilkan tombol simpan, box isian gejala.	Diterima

- Pengujian Tambah Jenis Status Gizi

TABEL V
PENGUJIAN TAMBAH JENIS STATUS GIZI

Masukan	Yang Diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Status Gizi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Status gizi dimasukkan dan menekan tombol simpan ▪ Menampilkan daftar status gizi yang telah ditambah 	Menampilkan daftar status gizi yang telah ditambah	Diterima
Definisi ciri	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definisi ciri dimasukkan dan menekan tombol simpan ▪ Menampilkan daftar denisi ciri yang telah ditambah 	Menampilkan daftar denisi ciri yang telah ditambah	Diterima

- Pengujian Ubah Gejala

TABEL VI
PENGUJIAN UBAH JENIS STATUS GIZI

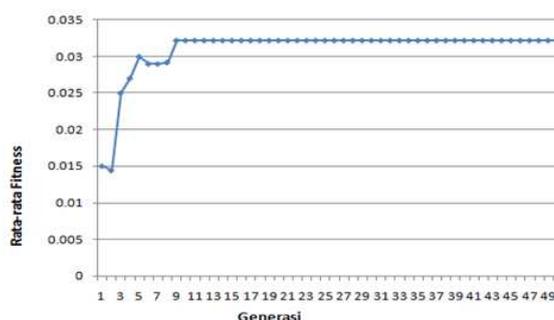
Masukan	Yang Diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Status Gizi	Menampilkan tombol simpan, box isian jenis status gizi yang akan diubah	Menampilkan tombol simpan, box isian jenis status gizi.	Diterima
Definisi ciri	Menampilkan tombol simpan, box isian definisi ciri yang akan diubah	Menampilkan tombol simpan, box isian definisi ciri	Diterima

Pengujian dilakukan untuk mengetahui hasil optimasi menu makanan dengan penerapan Algoritma Genetika. Proses pengujian dilakukan dengan mengkombinasikan

parameter-parameter genetika. Tujuan dari uji coba adalah untuk mengetahui pengaruh parameter genetika terhadap hasil optimasi pembuatan menu makanan dalam hal ini adalah nilai *fitness*-nya.

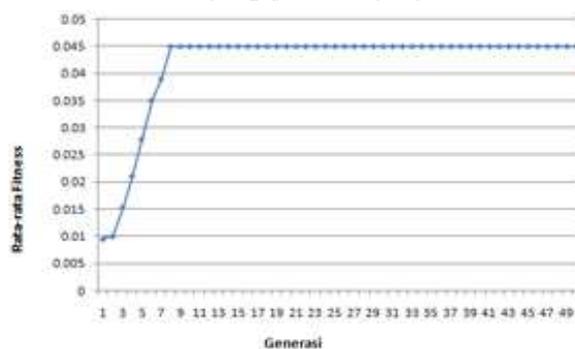
- Pengaruh Kombinasi Pc dan Pm

Hasil pengujian Algoritma Genetika pada rekomendasi menu makanan dengan jumlah populasi = 30, generasi maksimum= 50, probabilitas *crossover* $r=0.90$, dan probabilitas mutasi 0.006 didapatkan rata-rata *fitness* pada semua generasi adalah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik fungsi rata-rata fitness-generasi pada kondisi Pm=0.006

Dari Gambar 4 dapat dilihat rata-rata fungsi *fitness* mencapai konvergen mulai generasi ke-9 sampai ke-50, dengan nilai rata-rata *fitness*-nya adalah 0.0322. Kemudian dilakukan perubahan nilai dari probabilitas mutasi 0.008. Hasil pengujian terdapat pada Gambar 5.



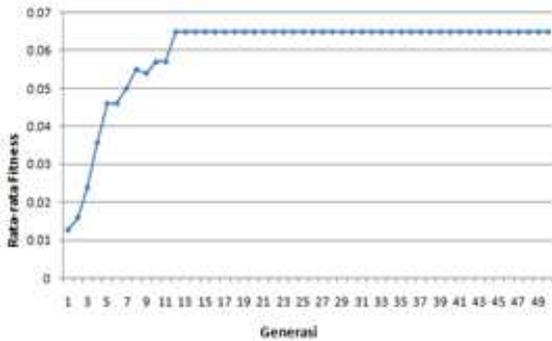
Gambar 5. Grafik fungsi rata-rata fitness-generasi pada kondisi Pm=0.008

Dari Gambar 5 dapat dilihat rata-rata fungsi *fitness* mencapai konvergen mulai generasi ke-9 sampai ke-50, dengan nilai rata-rata *fitness*-nya adalah 0.045. Kemudian dilakukan perubahan nilai probabilitas mutasi menjadi 0.01. Hasil pengujian terdapat pada Gambar 6.

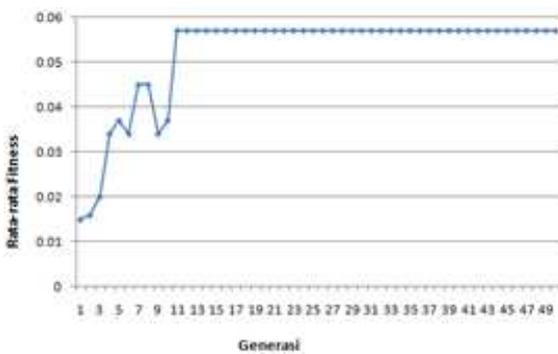
Pada Gambar 6 rata-rata fungsi *fitness* mencapai konvergen mulai generasi ke-12 sampai ke-50, dengan nilai rata-rata *fitness*-nya adalah 0.0649. Dari ketiga gambar di atas terlihat bahwa Gambar 6 yang memiliki nilai *fitness* yang paling baik dengan parameter probabilitas mutasinya 0.01. Nilai parameter probabilitas mutasi yang cenderung besar menyebabkan jumlah kromosom baru hasil mutasi lebih banyak untuk generasi berikutnya sehingga nilai *fitness* terbaik akan mudah dicapai.

Selain parameter probabilitas mutasi, akan diuji pula pengaruh probabilitas *crossover*. Pengujian pertama

menggunakan parameter jumlah populasi = 30, generasi maksimum= 50, probabilitas *crossover* $r_c = 0.80$, dan probabilitas mutasi 0.01. Hasil pengujian terdapat pada Gambar 7.

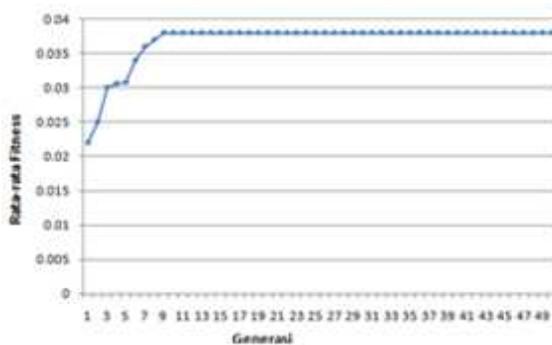


Gambar 6. Grafik fungsi rata-rata fitness-generasi pada kondisi $P_m=0.01$



Gambar 7. Grafik fungsi rata-rata fitness-generasi pada kondisi $P_c=0.80$

Dari Gambar 7 dapat dilihat rata-rata fungsi *fitness* mencapai konvergen mulai generasi ke-11 sampai ke-50, dengan nilai rata-rata *fitness*nya adalah 0.057. Kemudian dilakukan perubahan nilai dari probabilitas *crossover* 0.70. Hasil pengujian terdapat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik fungsi rata-rata fitness-generasi pada kondisi $P_c=0.70$

Dari Gambar 8 dapat dilihat rata-rata fungsi *fitness* mencapai konvergen mulai generasi ke-9 sampai ke-50, dengan nilai rata-rata *fitness*nya adalah 0.038. Pada hasil pengujian ini menunjukkan nilai probabilitas *crossover* yang dapat menghasilkan fungsi *fitness* terbaik terletak pada nilai 0.90. Semakin besar nilai probabilitas *crossover* maka akan semakin banyak individu yang terpilih untuk masuk dalam proses

crossover. Hal ini akan menyebabkan semakin banyak individu-individu baru yang terbentuk sehingga nilai *fitness* yang dihasilkan semakin bervariasi, sehingga peluang untuk mendapatkan individu baru dengan nilai *fitness* besar semakin besar. Kesimpulan

Dari penerapan Integrasi Sistem Pakar dan Algoritma Genetika Untuk Mengidentifikasi Status Gizi Pada Balita yang telah dipaparkan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa:

- Sistem Pakar untuk mengidentifikasi status gizi pada balita dapat dibangun dengan karakteristik sebagai berikut:
 - akuisisi pengetahuan diperoleh dari text book, katalog, jurnal dan artikel dan juga pengetahuan pakar ahli gizi
 - representasi pengetahuan dengan menggunakan rule based knowledge
 - mesin inferensi yang digunakan adalah forward chaining
 - menggunakan bahasa pemrograman *Personal Home Page* (PHP) dengan database MySQL
- Algoritma genetika untuk optimasi menu makanan pada penderita gizi dapat dibangun dengan karakteristik sebagai berikut:
 - 1 kromosom terdiri dari 3 gen. Gen merepresentasikan menu makanan untuk makan pagi, siang, dan malam
 - terdiri dari 30 populasi, setiap individu merepresentasikan solusi menu makanan dalam 1 hari
 - fungsi *fitness* dimaksudkan untuk mencari nilai optimum terhadap kandungan nutrisi dalam sehari
 - seleksi individu menggunakan seleksi *Roulette Wheel*
 - model *crossover* yang digunakan adalah *one point crossover*
 - mutasi dan elitism
- Integrasi Sistem Pakar dan Algoritma Genetika yang dapat dimanfaatkan sebagai sarana pendukung untuk mengidentifikasi status gizi balita selanjutnya menentukan menu makanan yang direkomendasi sesuai kebutuhan nutrisi.
- Pengujian prototipe Sistem Pakar dengan tingkat keberhasilan 85.7% dan Algoritma Genetika dengan tingkat keberhasilan 88%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Liebowitz, Jay. (Ed). (1997) The Handbook of Applied Sistem Pakars. CRC Press LLC.
- [2] Holland, John. (1975) Algoritma Genetikas. (<http://www2.econ.iastate.edu/tesfatsi/holland.gaintr.o.htm>. diakses 21 Juli 2013 pukul 11.05 WIB).
- [3] Almsatier, Sunita. (2004) Prinsip Dasar Ilmu Gizi. PT. Gramedia Pustaka Umum: Jakarta.
- [4] Turban, Effraim. (2007) Decision Support Systems and Intelligent Systems 7th Edition. Prentice-Hall of India Private Limited: New Delhi.
- [5] Leonberg, L. Beth, (2008) ADA Pocket Guide to Pediatric Nutrition Assessment. American Dietetic Association: United States of America.