

**OPTIMASI MENU MAKANAN
BAGI PENDERITA GAGAL GINJAL MENGGUNAKAN
ALGORITMA *PARTICLE SWARM OPTIMIZATION***

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Matematika



Oleh:

Gina Siti Fadillah

1900477

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2025

LEMBAR HAK CIPTA

**OPTIMASI MENU MAKANAN
BAGI PENDERITA GAGAL GINJAL MENGGUNAKAN
ALGORITMA *PARTICLE SWARM OPTIMIZATION***

Oleh :

Gina Siti Fadillah

1900477

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar Sarjana Matematika
pada Program Studi Matematika Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam

© Gina Siti Fadillah

Universitas Pendidikan Indonesia

Januari 2025

Hak Cipta dilindungi undang-undang

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian dengan dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin penulis.

LEMBAR PENGESAHAN

GINA SITI FADILLAH

OPTIMASI MENU MAKANAN BAGI PENDERITA GAGAL GINJAL MENGGUNAKAN ALGORITMA *PARTICLE SWARM OPTIMIZATION*

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I,



Fitriani Agustina, M.Si.
NIP. 198108142005012001

Pembimbing II,



Dra. Hj. Rini Marwati, M.S.
NIP. 196606251990012001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika



Dr. Kartika Yulianti, S.Pd., M.Si.
NIP. 198207282005012001

ABSTRAK

Penelitian ini menggunakan algoritma *Particle Swarm Optimization (PSO)* untuk menyusun rekomendasi menu makanan optimal bagi penderita gagal ginjal. Algoritma *PSO* dipilih karena kemampuannya yang efisien dalam menemukan solusi optimal pada masalah optimasi multiobjektif. *PSO* diaplikasikan untuk meminimalkan biaya menu makanan, memaksimalkan nilai gizi, serta meningkatkan variasi menu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma *PSO* mampu menghasilkan menu makanan dengan nilai *fitness* yang lebih tinggi, variasi menu yang lebih baik, serta waktu komputasi yang lebih efisien. Dari hasil analisis, rata-rata pemenuhan kebutuhan gizi yang diperoleh sebesar 86,47%, menunjukkan bahwa algoritma ini mampu menghasilkan menu yang cukup optimal meskipun belum mencapai 100%. Dari segi biaya, rata-rata pengeluaran harian untuk konsumsi makanan hasil optimasi adalah Rp 40.666,92, dengan rata-rata biaya untuk satu kali makan sebesar Rp 13.555,64. Selain itu, *PSO* juga menghasilkan variasi menu dengan rata-rata 11,92, yang menunjukkan keberagaman dalam pilihan makanan. Meski demikian, biaya menu yang dihasilkan *PSO* lebih tinggi dibandingkan menu yang sudah ada. Parameter-parameter *PSO*, seperti jumlah iterasi, beban inersia, dan jumlah partikel, berpengaruh terhadap kinerja algoritma. Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam optimasi menu makanan untuk penderita gagal ginjal, yang dapat menjadi rujukan bagi ahli gizi maupun pasien dalam memilih menu makanan yang sesuai dengan kebutuhan gizi dan biaya yang efisien. Implementasi algoritma *PSO* pada sistem rekomendasi ini diharapkan dapat dikembangkan lebih lanjut untuk skala yang lebih luas.

Kata Kunci: Algoritma *Particle Swarm Optimization (PSO)*, Gagal Ginjal, Nilai *Fitness*, Optimasi Menu Makanan.

ABSTRACT

This research implements Particle Swarm Optimization (PSO) algorithm to design optimal dietary menu recommendations for individuals with kidney failure. PSO was chosen for its efficiency in finding optimal solutions to multi-objective optimization problems. The algorithm was applied to minimize meal costs, maximize nutritional values, and enhance menu variety. The results demonstrate that PSO can generate dietary menus with higher fitness values, better menu variation, and more efficient computation times. The analysis shows that the average nutritional fulfillment achieved is 86.47%, indicating that the algorithm can produce menus that are fairly optimal, although not fully meeting 100% of the requirements. In terms of cost, the average daily expenditure for optimized meals is Rp 40,666.92, with an average cost per meal of Rp 13,555.64. Additionally, PSO achieves an average menu variety of 11.92, reflecting diversity in meal options. However, the cost of menus produced by PSO is higher than that of existing menus. Parameters such as the number of iterations, inertia weight, and particle count significantly influence the algorithm's performance. This research contributes significantly to dietary menu optimization for individuals with kidney failure, providing a valuable reference for nutritionists and patients in selecting menus that meet nutritional requirements and are cost-efficient. The implementation of the PSO algorithm in this recommendation system is expected to be further developed for broader applications.

Keywords: *Fitness Value, Kidney Failure, Meal Optimization, Particle Swarm Optimization (PSO) Algorithm.*

DAFTAR ISI

LEMBAR HAK CIPTA	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Gagal Ginjal	5
2.2 Model Umum Optimasi Gizi	6
2.3 Kebutuhan Gizi.....	8
2.3.1 Kebutuhan Gizi Penderita Gagal Ginjal	10
2.3.2 Standar Porsi Makan.....	11
2.4 Algoritma Optimasi	11
2.5 <i>Particle Swarm Optimization</i>	12
2.5.1 Fungsi <i>Fitness</i>	13
2.5.2 <i>Z-score Normalization</i>	14

2.5.3 Contoh Penggunaan Algoritma <i>PSO</i>	15
2.6 Fungsi <i>Benchmark</i>	18
2.6.1 Fungsi <i>Sphere (Unimodal)</i>	18
2.6.2 Fungsi <i>Schwefel (Unimodal)</i>	19
2.6.3 Fungsi <i>Rastrigin (Multimodal)</i>	19
2.7 Penelitian Terdahulu yang Relevan	20
BAB III METODE PENELITIAN.....	22
3.1 Deskripsi Masalah	22
3.2 Tahapan Penelitian.....	22
3.3 Data Penelitian	24
3.4 Model Optimasi.....	24
3.5 Teknik Penyelesaian	31
3.5.1 Parameter <i>PSO</i>	32
3.5.2 Inisialisasi Partikel.....	32
3.5.3 <i>Z-score</i> untuk Standarisasi Nilai <i>Fitness</i>	32
3.5.4 Fungsi <i>Fitness</i> pada Kasus Penyusunan Menu Makanan	34
3.5.5 Menentukan Nilai <i>pBest</i> dan <i>gBest</i>	35
3.5.6 <i>Updating</i> Kecepatan	35
3.5.7 <i>Updating</i> Posisi.....	36
3.5.8 Kondisi Berhenti.....	36
3.6 Penyelesaian Optimasi Menu Menggunakan Algoritma <i>PSO</i>	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	54
4.1 Data Penelitian	54
4.2 Validasi	54
4.3 Tahap Implementasi.....	58
4.4 Hasil Implementasi.....	60
4.5 Analisis Parameter <i>PSO</i>	61
4.6 Analisis Perbandingan dengan Menu yang Sudah Ada	67
4.7 Analisis Pemenuhan Kebutuhan Gizi	68
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	70
5.1 Kesimpulan.....	70
5.2 Saran.....	71
DAFTAR PUSTAKA	73

LAMPIRAN.....	75
---------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Faktor Aktivitas	10
Tabel 3. 1 Menu Makanan Pengganti Kategori Makanan Pokok.....	37
Tabel 3. 2 Menu Makanan Pengganti Kategori Lauk-Pauk	38
Tabel 3. 3 Menu Makanan Pengganti Kategori Sayur	38
Tabel 3. 4 Menu Makanan Pengganti Kategori Buah	38
Tabel 3. 5 Contoh Pembangkitan Populasi Awal	40
Tabel 3. 6 Tabel Hasil Konversi Indeks	41
Tabel 3. 7 Contoh Inisialisasi Kecepatan Awal	42
Tabel 3. 8 Berat yang Dibutuhkan Per Menu	43
Tabel 3. 9 Total Kandungan Gizi Partikel ke-1	44
Tabel 3. 10 Total Kandungan Gizi Partikel ke-2	45
Tabel 3. 11 Total Biaya Partikel Ke-1	46
Tabel 3. 12 Total Biaya Partikel Ke-2	46
Tabel 3. 13 Variasi Menu Makanan Partikel ke-1	48
Tabel 3. 14 Variasi Menu Makanan Partikel ke-2	48
Tabel 3. 15 Solusi Akhir.....	52
Tabel 4. 1 Hasil Percobaan Pengaruh Iterasi Maksimal Terhadap <i>Fitness</i>	64
Tabel 4. 2 Hasil Percobaan Pengaruh Beban Inersia Terhadap <i>Fitness</i>	65
Tabel 4. 3 Hasil Percobaan Jumlah Partikel Iterasi Terhadap <i>Fitness</i>	66
Tabel 4. 4 Rincian Gizi dan Biaya Menu yang Sudah Ada	67
Tabel 4. 5 Rincian Gizi dan Biaya Menu Hasil Komputasi <i>PSO</i>	67
Tabel 4. 6 Hasil Perbandingan dengan Menu yang Sudah Ada	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 3D Plot Fungsi <i>Sphere</i>	18
Gambar 2. 2 3D Plot Fungsi <i>Schwefel</i>	19
Gambar 2. 3 3D Plot Fungsi <i>Rastrigin</i>	19
Gambar 4. 1 Subplot Fungsi <i>Sphere</i> dengan Algoritma <i>PSO</i>	52
Gambar 4. 2 3D Plot Fungsi <i>Sphere</i> dengan Algoritma <i>PSO</i>	52
Gambar 4. 3 Subplot Fungsi <i>Schwefel</i> dengan Algoritma <i>PSO</i>	53
Gambar 4. 4 3D Plot Fungsi <i>Schwefel</i> dengan Algoritma <i>PSO</i>	53
Gambar 4. 5 Subplot Fungsi <i>Rastrigin</i> dengan Algoritma <i>PSO</i>	54
Gambar 4. 6 3D Plot Fungsi <i>Rastrigin</i> dengan Algoritma <i>PSO</i>	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Izin Penelitian.....	75
Lampiran 2 Standar Porsi.....	76
Lampiran 3 Perhitungan Manual.....	77
Lampiran 4 Data Pasien Gagal Ginjal.....	89
Lampiran 5 Daftar Menu Makanan Penukar Kategori Makanan Pokok.....	89
Lampiran 6 Daftar Menu Makanan Penukar Kategori Lauk-Pauk	89
Lampiran 7 Daftar Menu Makanan Penukar Kategori Sayur	91
Lampiran 8 Daftar Menu Makanan Penukar Kategori Buah	93
Lampiran 9 Hasil Iterasi Validasi Fungsi Sphere	95
Lampiran 10 Hasil Iterasi Validasi Fungsi <i>Schwefel</i>	96
Lampiran 11 Hasil Iterasi Validasi Fungsi <i>Rastrigin</i>	97
Lampiran 12 Hasil Validasi Kasus Bab 3 Menggunakan Bantuan Matlab	98
Lampiran 13 Hasil Implementasi dengan Data Pasien 001	99
Lampiran 14 Hasil Implementasi dengan Data Pasien 002	100
Lampiran 15 Hasil Implementasi dengan Data Pasien 003	101
Lampiran 16 Hasil Implementasi dengan Data Pasien 004	102
Lampiran 17 Hasil Implementasi dengan Data Pasien 005	103
Lampiran 18 Hasil Implementasi dengan Data Pasien 006	104
Lampiran 19 Hasil Implementasi dengan Data Pasien 007	105
Lampiran 20 Hasil Implementasi dengan Data Pasien 008	106
Lampiran 21 Hasil Implementasi dengan Data Pasien 009	107
Lampiran 22 Hasil Implementasi dengan Data Pasien 010	108
Lampiran 23 Hasil Implementasi dengan Data Pasien 011.....	109
Lampiran 24 Hasil Implementasi dengan Data Pasien 012	110
Lampiran 25 Hasil Implementasi dengan Data Pasien 013	111
Lampiran 26 Analisis Pemenuhan Gizi Menu Hasil Komputasi <i>PSO</i>	112

DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier, S. (2008). *Penuntun Diet*. PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Almatsier, S. (2014). *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Anggarsari, F., Mahmudy, W. F., & Dewi, C. (2017). Optimasi Kebutuhan Gizi untuk Balita Menggunakan Hybrid Algoritma Genetika dan Simulated Annealing. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 1(12), 1668–1677.
- Bakta, I. M., & Suastika, I. K. (1999). *Gawat Darurat di Bidang Penyakit Dalam* (1st ed.). Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Dieterich, J. M., & Hartke, B. (2012). *Empirical review of standard benchmark functions using evolutionary global optimization*.
- Febiani, A., Widodo, A. M., Anwar, N., Sekti, B. A., & Yulfitri, A. (2024). Implementasi Algoritma “Particle Swarm Optimization” (PSO) Penjadwalan Belajar Mengajar. *IKRAITH-INFORMATIKA*.
- Harris, J. A., & Benedict, F. G. (1918). A Biometric Study of Human Basal Metabolism. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 4(12), 370–373. <https://doi.org/10.1073/pnas.4.12.370>
- Indra, M. R. (2006). *Fisiologi Ginjal*. Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya.
- Jamil, M., & Yang, X.-S. (2013). *A Literature Survey of Benchmark Functions For Global Optimization Problems*. <https://doi.org/10.1504/IJMMNO.2013.055204>
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2014). *Pedoman Gizi Seimbang*.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2017). *Tabel Komposisi Pangan Indonesia*.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2024). *Kidney Health for All: Advancing Equitable Access to Care and Optimal Medication*.
- Kementerian Keuangan. (2023). *Normalisasi dan Standardisasi dalam Data Mining*. <https://www.djkn.kemenkeu.go.id/artikel/baca/15943/Seri-Artikel-DDDM-KPKNL-Mamuju-Normalisasi-dan-Standardisasi-dalam-Data-Mining.html>
- Khaqqo, A., Cholissodin, I., & Widodo, A. W. (2016). Optimasi Komposisi Pakan Sapi Perah Menggunakan Algoritma Particle Swarm Optimization (PSO). *Repositori Jurnal Mahasiswa PTIIK UB*, 8(2).
- Kurnianingtyas, D., Daud, N., Indriati, & Muflikkah, L. (2024). Comparison Genetics Algorithm and Particle Swarm Optimization in Dietary

- Recommendations for Maternal Nutritional Fulfillment. *SITEKIN: Jurnal Sains, Teknologi Dan Industri*, 21(2), 216–227.
- Marini, F., & Walczak, B. (2015). Particle swarm optimization (PSO). A tutorial. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 149, 153–165. <https://doi.org/10.1016/j.chemolab.2015.08.020>
- Nurvenus, K. (2015). *Penerapan Algoritma Genetika Untuk Optimasi Asupan Gizi Pasien Diet Khusus Dengan Biaya Minimal*. Universitas Brawijaya.
- Permana, I., & Salisah, F. N. (2022). Pengaruh Normalisasi Data Terhadap Performa Hasil Klasifikasi Algoritma Backpropagation . *IJIRSE: Indonesian Journal of Informatic Research and Software Engineering*.
- Pranandari, R., & Supadmi, W. (2015). Faktor Risiko Gagal Ginjal Kronik Di Unit Hemodialisis RSUD Wates Kulon Progo. *Majalah Farmaseutik*, 11(2).
- Rianawati, A., & Mahmudy, W. F. (2015). Implementasi Algoritma Genetika Untuk Optimasi Komposisi Makanan Bagi Penderita Diabetes Melitus. *Repositori Jurnal Mahasiswa PTIK UB*, 5(14).
- Safitri, N., Syafriandi, & Helma. (2013). Faktor Dominan yang Mempengaruhi Penyakit Gagal Ginjal dengan Menggunakan Regresi Cox (Studi Kasus di RSUP Dr. M. Djamil Padang). *Journal of Mathematics UNP*.
- Santosa, B. (2017). *Pengantar Metaheuristik: Implementasi dengan Matlab* (1st ed.). ITS Tekno Sains.
- Sulistiowati, F. (2016). *Optimasi Susunan Bahan Makanan Sehat Untuk Pemenuhan Gizi Keluarga dengan Algoritma Evolution Strategies*. Universitas Brawijaya.
- Tuegeh, M., Soeprijanto, S., & Purnomo, M. H. (2009). Modified Improved Particle Swarm Optimization for Optimal Generator Scheduling. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI)*.
- Vaidya, S. R., & Aeddula, N. R. (2022). *Chronic Kidney Disease*. StatPearls Publishing.