



**OPTIMASI PRODUKSI BAKSO DENGAN MENGGUNAKAN
ALGORITMA GENETIKA
(Studi Kasus Bakso Sakera Genteng, Banyuwangi)**

SKRIPSI

Oleh

**Putri Fuzna Awanisa
201810101117**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
JURUSAN MATEMATIKA
JEMBER
2025**



**OPTIMASI PRODUKSI BAKSO DENGAN MENGGUNAKAN
ALGORITMA GENETIKA
(Studi Kasus Bakso Sakera Genteng, Banyuwangi)**

*diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana pada
Program Studi Matematika*

SKRIPSI

Oleh

**Putri Fuzna Awanisa
201810101117**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
JURUSAN MATEMATIKA
JEMBER
2025**

PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih Lagi Maha Penyayang dan shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, penulis mempersembahkan skripsi ini sebagai bentuk rasa terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua saya Bapak Suprpto dan Ibu Sugiasri serta keluarga besar yang selalu memberi dukungan, doa, pengorbanan dan kasih sayang yang tidak pernah putus.
2. Bapak serta Ibu guru saya sejak Taman Kanak-Kanak hingga Perguruan Tinggi.
3. Almamater Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember, SMA Darul Ulum 1 Unggulan BPP-T Jombang, SMPN 1 Genteng, SDN 1 Genteng Wetan dan TK Kholilulloh.

MOTTO

“Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain).”

-QS. Al-Isra' : 7

“Selalu ada harga dalam sebuah proses. Nikmati saja lelah-lelah itu. Lebarkan lagi rasa sabar itu. Semua yang kau investasikan untuk menjadikan dirimu serupa yang kau impikan. Mungkin tidak akan selalu berjalan lancar. Tapi, gelombang-gelombang itu yang nanti bisa kau ceritakan”

-Boy Chandra

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Putri Fuzna Awanisa

NIM : 201810101117

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: *Optimasi Produksi Bakso dengan Menggunakan Algoritma Genetika (Studi Kasus Bakso Sakera Genteng, Banyuwangi)* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 5 Mei 2025

Yang menyatakan,



Putri Fuzna Awanisa

NIM 201810101117

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul *Optimasi Produksi Bakso dengan Menggunakan Algoritma Genetika (Studi Kasus Bakso Sakera Genteng, Banyuwangi)* telah diuji dan disetujui pada

Hari :

Tanggal :

Tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,



Dr. Kiswara Agung Santoso, S.Si., M.Kom.
NIP. 197209071998031003

Anggota I,



Dr. Agustina Pradjaningsih, S.Si., M.Si
NIP. 197108022006032009

Anggota II,



Ahmad Kamsyakawuni, S.Si., M.Kom.
NIP. 197211291998021001

Anggota III,



Dr. Mohamat Fatekurohman, S.Si., M.Si.
NIP. 196906061998031001

ABSTRACT

Micro, Small, and Medium Enterprises/UMKM sectors play strategic roles in the Indonesian economy. UMKM Bakso Sakera, owned by Bu Wiwik, is one example of a culinary UMKM in Banyuwangi. In running her business, Bu Wiwik experienced obstacles in achieving optimal profits. This was caused by factors such as fluctuating raw material prices, high operational costs, and increasingly tight competition. To achieve the objectives of this study, it is necessary to optimize profits using a genetic algorithm with the help of MATLAB to find the solution. The results of this study show that the optimal profit obtained is IDR 2,497,000 with details of each product, namely 100 ranjau meatballs, 62 egg meatballs, 83 rib meatballs, 96 tendon meatballs, 29 moza meatballs, 89 monster meatballs, and 58 meatballs. The optimization results need to be adjusted to consumer interests in order to obtain more optimal profits.

Keywords: UMKM, Optimization, Genetic Algorithm

RINGKASAN

Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) merupakan salah satu sektor yang memiliki peran sangat strategis dalam perekonomian Indonesia. Salah satu UMKM yang cukup menjanjikan dan diminati oleh masyarakat Indonesia adalah industri makanan, terlebih makanan cepat saji seperti bakso, nasi goreng, ayam geprek, dll. UMKM Bakso Sakera milik bu Wiwik merupakan salah satu contoh UMKM bidang kuliner yang ada di Banyuwangi. Dalam menjalankan usahanya, bu Wiwik mengalami kendala untuk mencapai keuntungan yang optimal. Hal tersebut terjadi disebabkan oleh beberapa faktor seperti harga bahan baku yang fluktuatif, biaya operasional yang tinggi dan persaingan yang semakin ketat. Untuk mencapai tujuan dari penelitian ini, perlu dilakukan pengoptimalan keuntungan menggunakan algoritma genetika dengan bantuan MATLAB dalam menemukan solusinya.

Langkah-langkah dalam penelitian ini yaitu pengambilan data melalui proses wawancara mengenai ketersediaan bahan baku, biaya produksi dalam satu kali produksi serta keuntungan pada masing – masing produk. Selanjutnya mengimplementasikan data tersebut ke dalam algoritma genetika. Pembuatan program algoritma genetika dilakukan pada MATLAB. Hasil dari penelitian menunjukkan keuntungan optimal yang didapatkan yaitu sebesar Rp 2.497.000 dengan rincian masing – masing produk yaitu berjumlah 100 Bakso Ranjau, 62 Bakso Telur, 83 Bakso Iga, 96 Bakso Urat, 29 Bakso Moza, 89 Bakso Monster dan 58 Bakso Daging. Hasil proses optimasi perlu disesuaikan dengan minat konsumen agar mendapatkan keuntungan lebih optimal.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Optimasi Produksi Bakso dengan Menggunakan Algoritma Genetika (Studi Kasus Bakso Sakera Genteng, Banyuwangi)”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat Pendidikan strata satu (S-1) pada Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Kiswara Agung Santoso, S.Si., M.Kom. selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan ilmu, meluangkan waktu, bimbingan serta arahan dan pikiran dalam menyempurnakan skripsi ini.
2. Dr. Agustina Pradjaningsih, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing anggota yang juga memberikan ilmu bermanfaat, meluangkan waktu, bimbingan serta arahan dan pikiran dalam menyempurnakan skripsi ini.
3. Ahmad Kamsyakawuni, S.Si., M.Kom selaku dosen penguji I dan Dr. Mohamat Fatekurohman, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji II yang telah memberikan kritikan dan saran demi kesempurnaan skripsi ini.
4. Seluruh guru TK, SD, SMP hingga SMA, Dosen dan Karyawan Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Jember yang telah memberikan ilmunya selama masa sekolah hingga perguruan tinggi.
5. Ibu Wiwik selaku pemilik UMKM Bakso Sakera Genteng.
6. Sahabat seperjuangan penulis semasa perkuliahan yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala saran dan masukan membangun dari para pembaca dan berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi ilmu pengetahuan di bidang matematika maupun bidang lainnya.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN.....	iii
MOTTO	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	v
HALAMAN PERSETUJUAN	vi
RINGKASAN	viii
PRAKATA.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Optimasi dan Metode Metaheuristik.....	5
2.2 Algoritma Genetika	6
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	13
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Data Penelitian	17
4.2 Perhitungan Algoritma Genetika.....	17
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	27
5.1 Kesimpulan.....	27
5.2 Saran.....	27
DAFTAR PUSTAKA	28
LAMPIRAN-LAMPIRAN	30

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Ketersediaan Bahan Baku dan Biaya Produksi dalam Satuan Gram....	17
Tabel 4.2 Hasil Pengujian pada Parameter Iterasi	24

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi Representasi Komponen pada Algoritma Genetika	7
Gambar 2.2 Contoh Proses <i>Crossover</i>	10
Gambar 2.3 Contoh Proses Mutasi.....	10
Gambar 2.4 <i>Flowchart</i> Algoritma Genetika	12
Gambar 3.1 Skema Penelitian	13
Gambar 3.2 Representasi Kromosom	14
Gambar 4.1 Input Parameter pada <i>Command Window</i>	18
Gambar 4.2 Inisialisasi Populasi Awal	19
Gambar 4.3 Input <i>Constraint</i>	19
Gambar 4.4 Input Fungsi Objektif	20
Gambar 4.5 Evaluasi Kromosom	20
Gambar 4.6 Seleksi Kromosom	21
Gambar 4.7 Proses <i>Crossover</i>	22
Gambar 4.8 Proses Mutasi	22
Gambar 4.9 Evaluasi Nilai <i>Fitness</i> Kromosom Gabungan	22
Gambar 4.10 Hasil 5 Kromosom Terbaik Iterasi Pertama.....	23
Gambar 4.11 Hasil Kromosom Terbaik pada Variasi Iterasi 1000.....	24
Gambar 4.12 Hasil Solusi Optimal	25

BAB 1. PENDAHULUAN

Pada bab satu terdapat beberapa subbab antara lain; latar belakang, rumusan masalah, tujuan serta manfaat dalam penelitian. Latar belakang berisi alasan yang mendasari peneliti melakukan penelitian, tujuan berisi tujuan yang akan dicapai, manfaat berisi manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari penelitian ini.

1.1 Latar Belakang

Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) merupakan salah satu sektor yang memiliki peran sangat strategis dalam perekonomian Indonesia. Selain menciptakan lapangan pekerjaan, UMKM juga berkontribusi dalam peningkatan kesejahteraan masyarakat. Salah satu UMKM yang cukup menjanjikan dan diminati oleh masyarakat Indonesia adalah industri makanan, terlebih makanan cepat saji seperti bakso, nasi goreng, ayam geprek, dll. Usaha bakso memiliki jangkauan pasar yang luas, mengingat target pasar dan peminatnya dari berbagai kalangan usia baik di daerah pedesaan maupun perkotaan. Namun, meskipun memiliki potensi pasar yang besar, banyak pelaku UMKM bakso yang menghadapi tantangan dan kendala dalam mengelola usahanya sehingga berpengaruh pada keuntungan yang kurang optimal. UMKM Bakso Sakera milik bu Wiwik merupakan salah satu contoh UMKM bidang kuliner yang ada di Banyuwangi. Dalam menjalankan usahanya, bu Wiwik mengalami kendala untuk mencapai keuntungan yang optimal. Hal tersebut terjadi disebabkan oleh beberapa faktor seperti harga bahan baku yang fluktuatif, biaya operasional yang tinggi dan persaingan yang semakin ketat. Oleh karena itu, diperlukan suatu upaya untuk mengoptimalkan keuntungan produksi dengan tetap memperhatikan batasan yang ada agar usaha bakso dapat tetap terus berkembang secara berkelanjutan. Salah satu cara mengoptimalkan keuntungan produksi adalah mempersiapkan perencanaan terbaik yaitu dengan cara menerapkan sistem manajemen terarah seperti memaksimalkan penggunaan faktor produksi yang berupa bahan baku, tenaga kerja, biaya produksi dan jumlah produksi setiap harinya.

Jumlah produksi yang tepat dapat meningkatkan keuntungan yang diperoleh. Keuntungan yang diperoleh dapat menjadi ukuran kinerja yang sering digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan untuk produksi selanjutnya. Optimasi jumlah produksi diperlukan untuk dapat memaksimalkan keuntungan dengan waktu, bahan, dan modal tertentu sesuai dengan batasan yang telah ditetapkan. Salah satu metode yang biasa digunakan untuk menyelesaikan permasalahan optimasi produksi, diantaranya yaitu metode metaheuristik. Metode metaheuristik merupakan metode lanjutan yang berbasis heuristik dalam menyelesaikan permasalahan optimasi secara efisien. Beberapa contoh metode metaheuristik antara lain Algoritma Genetika, *Tabu Search*, *Particle Swarm Optimization* (PSO) dan lain-lain (Zukhri, 2014).

Algoritma Genetika memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan metode optimasi lainnya. Algoritma ini mampu melakukan proses optimasi meski dengan kasus yang kompleks dan hasil ruang pencarian algoritma ini sangat luas. Algoritma Genetika merupakan teknik pencarian di dalam ilmu komputer untuk menemukan penyelesaian perkiraan untuk optimasi dan masalah pencarian (Sivanandam & Deepa, 2007).

Penelitian optimalisasi keuntungan produksi menggunakan Algoritma Genetika sudah pernah dilakukan pada kasus yang bervariasi. Pada penelitian Mulyo (2018) memperkirakan kebutuhan bahan baku kayu persediaan usaha mebel yang lebih efisien dan optimal. Penelitian Fitriyanur dkk (2018) menyelesaikan masalah peningkatan laba dengan batas produksi maksimal dalam satu bulan dan mendapatkan jumlah prediksi produksi yang tepat untuk memperoleh keuntungan optimal. Penelitian Damayanti & Cholissodin (2018) untuk optimasi penjadwalan bimbingan dan didapatkan hasil yang optimal. Penelitian A. R. Alamsyah dkk (2019) untuk permasalahan optimasi kombinasi pada pembelian sembako. Penelitian Agustina dkk (2019) untuk mengoptimasi biaya produksi pada produksi jamur dan didapatkan hasil mendekati optimal. Penelitian Hasan & Nugroho (2020) untuk mengoptimasi keuntungan produk kerupuk singkong dan didapatkan hasil optimal. Selanjutnya, penelitian Yunus dkk (2021) mengoptimalkan keuntungan pada penjualan sabun mapaccing. Dan pada penelitian Fauziah dkk (2022) untuk

menyelesaikan permasalahan TSP (*Travelling Salesman Problem*) mencari solusi jarak yang optimal. Penelitian Fazilah dkk (2024) untuk meminimumkan biaya produksi dan didapatkan hasil yang optimal.

Berdasarkan penjelasan dan didukung oleh beberapa penelitian sebelumnya, algoritma genetika terbukti dapat menyelesaikan permasalahan optimasi dengan berbagai batasan yang kompleks. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk melakukan penelitian optimasi keuntungan produksi dengan penerapan algoritma genetika pada salah satu UMKM Bakso Sakera. UMKM tersebut mengalami permasalahan dalam sebuah perencanaan jumlah produksi dengan batasan ketersediaan bahan baku sehingga mempengaruhi hasil keuntungan yang didapatkan kurang maksimal. Maka akan dilakukan optimasi jumlah produksi yang tepat dengan batasan ketersediaan bahan baku.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka rumusan penelitian ini yaitu bagaimana menerapkan Algoritma Genetika untuk optimasi produksi bakso agar mencapai keuntungan maksimal?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah menerapkan Algoritma Genetika dalam mengoptimasi produksi bakso agar mencapai keuntungan yang maksimal.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan peneliti dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi pemilik usaha bakso mendapatkan informasi mengenai perencanaan produksi serta bahan pertimbangan dalam proses produksi kedepannya agar dapat mendapatkan keuntungan yang maksimal.

2. Bagi mahasiswa khususnya yang berminat dengan bidang optimasi dapat menjadi bahan referensi mengenai penerapan Algoritma Genetika untuk optimasi produksi.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab tinjauan teori berisi tentang landasan teori, tinjauan pustaka serta literatur yang digunakan sebagai acuan pada penelitian ini. Terdapat tiga sub bab pada bab ini, yaitu penjelasan mengenai optimasi, pemrograman linear dan algoritma genetika.

2.1 Optimasi dan Metode Metaheuristik

Optimasi merupakan proses pencarian nilai maksimum atau minimum dari suatu fungsi objektif (fungsi tujuan) dengan batasan tertentu. Tujuan utama dari optimasi ialah mencari nilai variabel atau parameter dalam fungsi tujuan sehingga memenuhi batasan dan menghasilkan nilai optimum sesuai dengan kriteria tertentu. Nilai optimum dapat berupa nilai maksimum (puncak) atau nilai minimum (lembah) dari fungsi tujuan, tergantung pada jenis permasalahannya (Taha, 2017)

Metode metaheuristik merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan optimasi. Metode ini terinspirasi oleh fenomena alam di antaranya fenomena evolusi, perilaku hewan dalam mencari makanan, dll. Terdapat berbagai permasalahan optimasi dalam kehidupan sehari-hari yang sulit diselesaikan dengan teknik analitik. Metode pendekatan metaheuristik, sebagai kelanjutan dari heuristik, muncul sebagai alternatif untuk memecahkan masalah – masalah sulit ini. Kesulitan bisa dari segi waktu komputasi yang lama, atau problem rumit yang berjumlah besar sehingga penyelesaian melalui cara analitik tidak bisa dilakukan. Heuristik merupakan suatu cara yang dirancang untuk memecahkan suatu masalah dengan langkah – langkah yang disusun tanpa didasari teori – teori optimasi atau pembuktian analitik, biasanya menghasilkan solusi yang bagus, dalam arti optimal atau mendekati optimal. Heuristik dimaksudkan untuk mendapatkan hasil secara komputasi lebih cepat dengan konsekuensi mengurangi akurasi solusi yang dihasilkan. Metode pendekatan ini biasanya sangat spesifik untuk problem tertentu. Heuristik untuk suatu problem tidak berlaku untuk problem lain yang berbeda, sehingga diperlukan algoritma

heuristik yang lain dalam penyelesaiannya, contoh metode *Nearest Neighborhood* (NN) dimana hanya bisa dipakai pada permasalahan yang mengenal konsep *neighborhood*/tetangga.

Metode metaheuristik diciptakan untuk mengatasi kelemahan heuristik. Metaheuristik merupakan pendekatan komputasi untuk mencari solusi optimal atau mendekati optimal dari suatu permasalahan optimasi. Cara kerja metode metaheuristik adalah mencoba secara iteratif untuk memperbaiki kandidat solusi dengan memperhatikan batasan yang telah ditetapkan sehingga mendapatkan solusi yang diinginkan. Suatu teknik metaheuristik memberi kerangka umum untuk pemecahan masalah. Dengan begitu suatu teknik metaheuristik bisa digunakan untuk menyelesaikan berbagai persoalan yang berbeda dengan langkah-langkah yang hampir sama. Contoh metode metaheuristik antara lain Algoritma Genetika, *Tabu Search*, *Particle Swarm Optimization* dan lain-lain (Santosa & Ai, 2017).

2.2 Algoritma Genetika

Algoritma genetika pertama kali dikenalkan oleh John Holland pada tahun 1960. Pada tahun 1975 Algoritma genetika dipublikasikan melalui buku yang berjudul *Adaptation of Natural and Artificial System* oleh John Holland bersama murid dan teman – temannya. Algoritma genetika merupakan algoritma optimasi yang terinspirasi oleh proses seleksi alam. Algoritma ini mengkodekan solusi – solusi yang mungkin ke dalam struktur data dalam bentuk kumpulan kromosom dan mengaplikasikan operasi rekombinasi genetika ke dalam struktur data tersebut (Zukhri, 2014). Perbedaan algoritma genetika dengan teknik pencarian lainnya adalah pada algoritma genetika dimulai dengan sekumpulan inisialisasi dari solusi – solusi acak yang dinamakan populasi. Populasi terdiri dari kumpulan kromosom yang disebut sebagai gen. Nilai gen dapat berupa numerik, biner, simbol atau karakter. Nilai tersebut tergantung kepada permasalahan yang akan diselesaikan (Pomalingo, 2023).

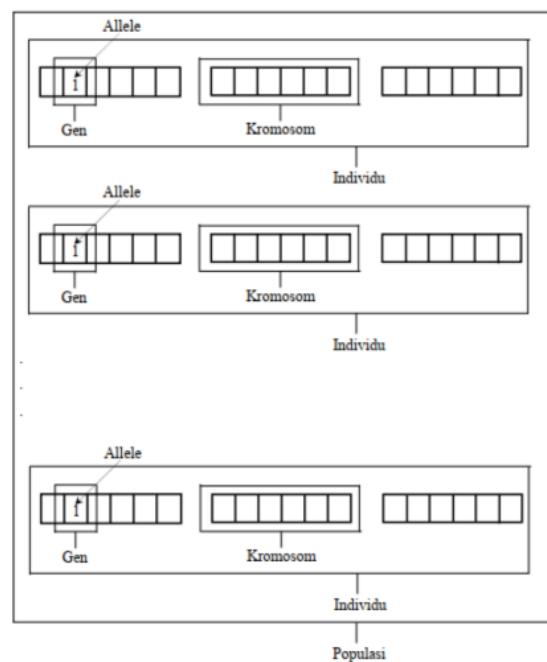
Terdapat beberapa istilah dasar yang penting untuk diketahui dalam algoritma genetika adalah sebagai berikut:

1. Gen merupakan suatu nilai yang menyatakan satuan dasar yang membentuk

suatu arti tertentu dalam satu kesatuan gen yang dinamakan kromosom. Singkatnya, gen merupakan anggota dari kromosom.

2. *Allele* merupakan nilai dari sebuah gen. *Allele* dapat berupa bilangan biner, integer, karakter dan kombinatorial.
3. Kromosom merupakan sekumpulan gen yang membentuk nilai tertentu.
4. Individu merupakan suatu nilai yang menyatakan salah satu solusi yang mungkin dari permasalahan yang diangkat.
5. Populasi merupakan sekumpulan individu yang akan diproses bersama dalam satu siklus proses algoritma genetika.

Untuk lebih jelasnya ditampilkan ilustrasi istilah – istilah pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Ilustrasi Representasi Komponen pada Algoritma Genetika

6. Induk merupakan kromosom yang akan dikenai operasi genetika (reproduksi).
7. *Crossover* atau pindah silang merupakan salah satu operasi genetika yang mewakili perkembangbiakan antar individu.
8. Mutasi merupakan salah satu operasi genetika yang memiliki peran menghasilkan perubahan acak dalam populasi. Mutasi dilakukan dengan tujuan menambah variasi dari kromosom – kromosom dalam sebuah populasi.
9. *Offspring* atau keturunan adalah kromosom hasil dari operasi genetika (*crossover* dan mutasi).

10. Nilai *fitness* yaitu penilaian yang menentukan kualitas suatu kromosom. Nilai inilah yang dijadikan acuan untuk mencapai solusi optimal.
11. Evaluasi merupakan proses menentukan nilai *fitness* dari masing-masing kromosom.
12. Seleksi merupakan suatu proses memilih penyelesaian masalah berdasarkan kualitasnya.
13. Generasi adalah satuan dari populasi setelah melalui proses dalam operasi-operasi genetika, reproduksi dan menghasilkan keturunan. Pada akhir dari setiap generasi, untuk menjaga agar jumlah kromosom tetap, maka kromosom – kromosom yang memiliki nilai *fitness* rendah dan peringkat di bawah nilai minimal akan dieliminasi dari populasi (Sumadireja dkk., 2020).

Satu siklus iterasi algoritma genetika (sering disebut sebagai generasi) terdapat dua proses, yakni proses seleksi dan reproduksi. Proses seleksi adalah proses evaluasi kualitas setiap kromosom di dalam populasi untuk memperoleh peringkat calon solusi. Berdasarkan hasil evaluasi, dipilih kromosom yang akan mengalami proses reproduksi. Proses pemilihan biasanya berdasarkan urutan kromosom dengan kualitas lebih baik yang akan memiliki peluang besar untuk terpilih sebagai calon – calon kromosom pada generasi berikutnya.

Secara umum, siklus pada algoritma genetika adalah sebagai berikut:

1. Inisialisasi Populasi

Inisialisasi populasi awal merupakan tahapan membangkitkan nilai acak bagi masing – masing kromosom pada satu populasi. Kromosom terdiri dari beberapa gen. Setiap gen merepresentasikan nilai yang akan dioptimasi. Pada algoritma genetika, gen dapat direpresentasikan menjadi bilangan biner, integer, permutasi, dll. Pada permasalahan optimasi produksi, biasanya gen direpresentasikan dalam bentuk integer.

2. Evaluasi Kromosom

Proses evaluasi merupakan perhitungan yang digunakan untuk mengubah kromosom menjadi himpunan penyelesaian masalah atau untuk menghitung nilai fungsi objektif. Seluruh nilai objektif dari setiap kromosom selama proses evaluasi harus disimpan nilainya. Nilai *fitness* digunakan untuk mengukur

kualitas atau tingkat kesesuaian suatu solusi dengan solusi yang dicari. Umumnya, fungsi *fitness* terbagi menjadi dua tujuan yaitu fungsi untuk mencari nilai maksimum dan untuk mencari nilai minimum. Penentuan rumus perhitungan *fitness* harus dilakukan secara tepat agar solusi optimum dapat ditemukan secara efisien. Adapun rumus yang digunakan untuk menentukan nilai *fitness* ditunjukkan pada Persamaan (2.1)

$$fitness(x_1, x_2) = f(x_1, x_2) \quad (2.1)$$

dengan

$fitness(x_1, x_2)$: Nilai *fitness*

$f(x_1, x_2)$: Fungsi objektif yang akan dioptimasi

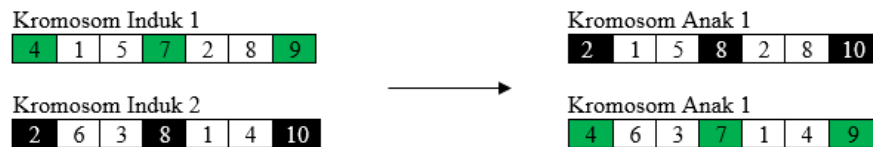
3. Seleksi

Seleksi merupakan proses penentuan individu yang akan dipilih untuk dijadikan induk pada proses selanjutnya agar memperoleh individu baru yang berkualitas pada generasi berikutnya. Sebelum dilakukan proses seleksi, terlebih dahulu dilakukan pencarian nilai *fitness* dari masing-masing individu. Terdapat beberapa jenis metode seleksi yang sering digunakan pada algoritma genetika yaitu *roulette wheel*, *binary tournament*, dan *elitism*. Jenis seleksi yang digunakan pada penelitian ini adalah *elitism*, dimana hanya memilih individu dengan *fitness* terbaik dari gabungan populasi *parents* dan *offspring*. Seleksi *elitism* banyak digunakan karena kemungkinan untuk mendapatkan kromosom yang sama adalah nol jika dibandingkan dengan metode *roulette wheel*. Seleksi *elitism* akan mengurutkan individu berdasarkan *fitnessnya* dan mengambil individu dengan nilai *fitness* terbaik sejumlah ukuran populasi untuk kemudian dijadikan induk pada generasi berikutnya.

4. *Crossover* (Pindah Silang)

Metode *crossover* dilakukan dengan memilih dua induk dari populasi. Tujuan dilakukan *crossover* ialah untuk menghasilkan kromosom *offspring* (keturunan) yang mewarisi sifat induknya dengan cara melakukan persilangan antara satu individu dengan individu yang lain dalam satu populasi. Terdapat beberapa metode *crossover* pada Algoritma Genetika yaitu penyilangan $N -$ Titik, penyilangan seragam, penyilangan seragam dan penyilangan berbasis posisi.

Pada penelitian ini menggunakan metode penyilangan berbasis posisi. *Crossover* dilakukan dengan memilih dua kromosom yang akan dijadikan induk kemudian dilakukan penukaran pada indeks gen ke – 1, ke – 4 dan ke – 7. Contoh ilustrasi proses *crossover* ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Contoh Proses *Crossover*

5. Mutasi

Tujuan mutasi adalah untuk memilih satu titik random yang nanti akan mengubah nilai gen pada titik tersebut. Mutasi dilakukan dengan cara memilih satu induk dari suatu populasi dengan menambah atau mengurangi nilai gen yang terpilih. Mutasi menciptakan individu baru dengan melakukan modifikasi satu atau lebih gen dalam individu yang sama. Mutasi berfungsi untuk menggantikan gen yang hilang dari populasi selama proses seleksi serta menyediakan gen yang tidak ada dalam populasi awal. Terdapat beberapa metode mutasi pada Algoritma Genetika antara lain mutasi melibatkan kode biner, mutasi berbasis posisi, mutasi berbasis urutan dan mutasi campur aduk. Pada penelitian ini digunakan mutasi campur aduk dengan memilih gen secara acak dan mengubah nilai gen menjadi nilai yang lain yang masih termasuk dalam himpunan solusi permasalahan. Contoh proses mutasi ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Contoh Proses Mutasi

Pada Gambar 2.3 terpilih indeks gen ke – 4, maka proses mutasi dilakukan dengan mengubah nilai pada indeks ke – 4 kromosom induk menjadi 8 pada kromosom anak.

6. Evaluasi Populasi

Setelah dilakukan *crossover* dan mutasi, tahapan berikutnya adalah mengumpulkan seluruh kromosom awal dan kromosom keturunan (hasil reproduksi) kemudian menghitung nilai *fitness* pada masing – masing

kromosom tersebut. Setelah dilakukan evaluasi, maka akan dipilih kromosom terbaik dengan menggantikan sekaligus sejumlah individu pada suatu generasi dengan sejumlah individu baru hasil *crossover* dan mutasi. Individu – individu terbaik yang dihasilkan dari satu generasi akan dipertahankan ke generasi selanjutnya. Berikut merupakan prosedur penggantian populasi pada algoritma genetika:

- a) Menggantikan individu yang memiliki nilai *fitness* terkecil.
- b) Mengganti individu yang paling tua.

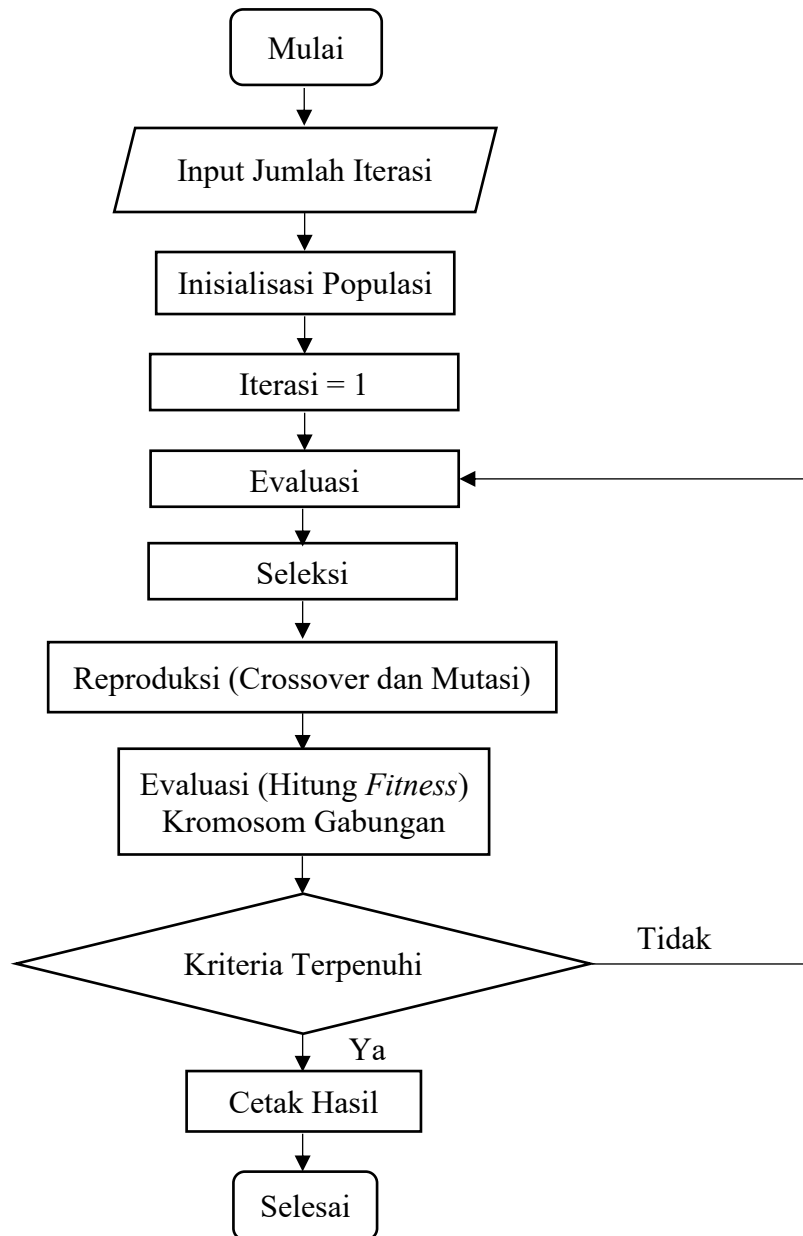
Dengan membandingkan *offspring* dengan kedua induk, jika *offspring* memiliki nilai *fitness* tinggi maka akan menggantikan orang tua yang memiliki nilai *fitness* kecil.

7. Kondisi Berhenti

Berikut merupakan kriteria kondisi berhenti pada siklus algoritma genetika:

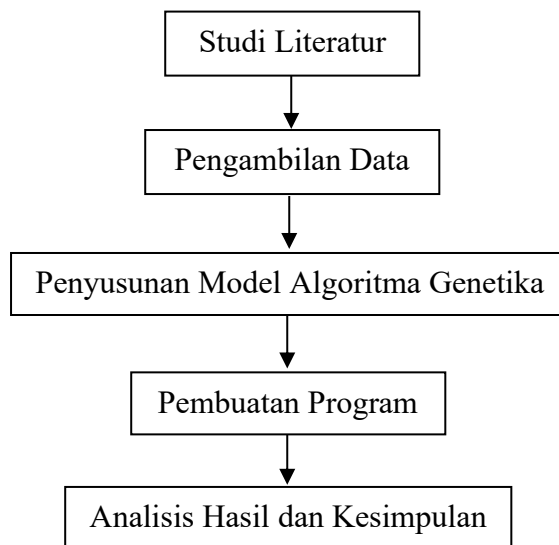
- a) Jika setelah beberapa generasi berturut – turut nilai *fitness* terbaik dari populasi tidak mengalami perubahan dan peningkatan atau konvergen.
- b) Jika jumlah generasi atau iterasi maksimum telah tercapai (Zukhri, 2014).

Flowchart proses optimasi menggunakan Algoritma Genetika dapat dilihat pada Gambar 2.4.

Gambar 2.4 *Flowchart* Algoritma Genetika

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

Bab metodologi penelitian berisi tentang penjelasan mengenai langkah – langkah yang digunakan dalam penelitian. Langkah – langkah tersebut dimulai dengan studi literatur, pengambilan data, penyusunan model algoritma genetika, pembuatan program dan analisis hasil serta kesimpulan. Skema langkah – langkah pada penelitian akan ditampilkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Skema Penelitian

Penjelasan mengenai masing – masing tahap pada skema penelitian adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Pada tahap ini, penulis mengumpulkan referensi dari berbagai sumber yang berkaitan dengan permasalahan optimasi produksi dan algoritma genetika. Referensi tersebut diperoleh melalui internet, buku, serta jurnal ataupun karya ilmiah lain yang serupa. Definisi, konsep, rumus dan penelitian terdahulu telah disajikan pada Bab 1 dan Bab 2.

2. Pengambilan Data

Penelitian ini menggunakan data primer yang diperoleh melalui wawancara secara langsung dengan bu Wiwik pemilik UMKM Bakso Sakera yang beralamat di Jl. Gajah Mada, Dusun Sawahan, Desa Genteng Kulon, Kecamatan Genteng, Kabupaten Banyuwangi. Wawancara dilakukan pada tanggal 7 Februari 2025. Data

yang diperoleh antara lain jenis menu bakso yang diproduksi, biaya produksi per porsi, harga jual per porsi, keuntungan penjualan per item, kebutuhan bahan baku masing-masing bakso, jumlah karyawan, biaya sewa tempat dan maksimum biaya produksi atau modal yang disediakan dalam sekali produksi.

3. Penyusunan Model Algoritma Genetika

Setelah memperoleh data, langkah selanjutnya yaitu membuat perancangan model algoritma genetika. Langkah – langkah tersebut adalah sebagai berikut:

- 1) Menginputkan parameter Algoritma Genetika. Variasi jumlah iterasi = (500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500, 5000, 10000), jumlah populasi = 5, panjang gen = 7 dengan bentuk representasi kromosom ditunjukkan pada Gambar 3.2.

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Gambar 3.2 Representasi Kromosom

dengan

x_1 : Bakso Ranjau (porsi)

x_2 : Bakso Telur (porsi)

x_3 : Bakso Iga (porsi)

x_4 : Bakso Urat (porsi)

x_5 : Bakso Moza (porsi)

x_6 : Bakso Monster (porsi)

x_7 : Bakso Daging (porsi)

Percobaan variasi hanya dilakukan pada parameter iterasi. Sedangkan pada parameter populasi dan gen tidak bisa divariasi karena sudah sesuai data pada penelitian. Pada uji coba variasi iterasi masing – masing dilakukan sebanyak 10 kali untuk mendapatkan hasil yang paling optimal.

- 2) Inisialisasi populasi awal dengan membangkitkan lima kromosom dengan jumlah gen 7 yang berisi x_1 sampai dengan x_7 .
- 3) Evaluasi masing – masing kromosom dengan menghitung nilai *fitness* yang merujuk pada Persamaan (2.1) dengan fungsi objektif pada Persamaan (3.9) dan memperhatikan fungsi kendala (*constraint*) pada Persamaan (3.1) sampai dengan (3.8) berikut.

Kendala 1:

$$a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_7x_7 \leq a \quad (3.1)$$

Kendala 2:

$$bx_1 + b_2x_2 + \dots + b_7x_7 \leq b \quad (3.2)$$

Kendala 3:

$$c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_7x_7 \leq c \quad (3.3)$$

Kendala 4:

$$d_1x_1 + d_2x_2 + \dots + d_7x_7 \leq d \quad (3.4)$$

Kendala 5:

$$e_1x_1 + e_2x_2 + \dots + e_7x_7 \leq e \quad (3.5)$$

Kendala 6:

$$g_1x_1 + g_2x_2 + \dots + g_7x_7 \leq g \quad (3.6)$$

Kendala 7:

$$h_1x_1 + h_2x_2 + \dots + h_7x_7 \leq h \quad (3.7)$$

Kendala 8:

$$k_1x_1 + k_2x_2 + \dots + k_7x_7 \leq modal \quad (3.8)$$

dengan

a = Jumlah persediaan cabai (satu kali produksi dalam satuan gram)

b = Jumlah persediaan daging (satu kali produksi dalam satuan gram)

c = Jumlah persediaan tepung (satu kali produksi dalam satuan gram)

d = Jumlah persediaan mie kuning (satu kali produksi dalam satuan gram)

e = Jumlah persediaan bihun (satu kali produksi dalam satuan gram)

g = Jumlah persediaan sayur (satu kali produksi dalam satuan gram)

h = Jumlah persediaan kecambah (satu kali produksi dalam satuan gram)

k = Jumlah biaya produksi per produk (satu kali produksi dalam satuan gram)

Fungsi objektif pada penelitian yaitu memaksimalkan keuntungan yang akan ditunjukkan pada Persamaan (3.9) berikut.

$$f(x_1, x_2, \dots, x_7) = (T_1x_1 + T_2x_2 + \dots + T_7x_7) \quad (3.9)$$

dengan

$f(x_1, x_2, \dots, x_7)$: Fungsi objektif pada penelitian yaitu memaksimalkan keuntungan

T : Keuntungan pada masing – masing produk

Evaluasi dilakukan dengan melakukan pengecekan pada setiap kromosom terhadap masing – masing *constraint* yang telah ditetapkan. Jika memenuhi

semua *constraint* maka dilanjutkan dengan menghitung fitnessnya dengan Persamaan (3.9).

- 4) Seleksi kromosom dengan mengurutkan berdasarkan nilai *fitness* terbaik.
- 5) Reproduksi terdiri dari dua proses yaitu *crossover* dan mutasi. *Crossover* dilakukan pada kromosom dengan urutan (1 dan 2) serta (3 dan 4) berdasarkan seleksi. Dan mutasi dilakukan pada kromosom sisanya (5).
- 6) Menghitung nilai *fitness* seluruh kromosom menggunakan Persamaan (3.9).
- 7) Pengecekan kriteria terpenuhi. Kriteria berhenti terjadi karena dua sebab yaitu telah konvergen atau mencapai iterasi maksimum. Dikatakan konvergen apabila 100 kali pada percobaan nilai *fitness* terbaik tetap atau tidak mengalami peningkatan.
- 8) Jika kriteria berhenti sudah terpenuhi maka akan dihasilkan *output* berupa kromosom dengan *fitness* terbaik dan program selesai. Jika belum, maka program akan kembali ke langkah 2 sampai kriteria terpenuhi.

4. Pembuatan Program

Pembuatan program dilakukan dengan bantuan MATLAB versi 2009.

5. Analisis Hasil dan Kesimpulan

Pada tahap ini dilakukan dengan menganalisis hasil *output* solusi terbaik Algoritma Genetika yang ditampilkan pada MATLAB. Hasil tersebut kemudian digunakan untuk menarik kesimpulan. Kesimpulan bertujuan untuk menjawab tujuan penelitian yang telah ditetapkan.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab 4 berisi tentang hasil penerapan dan pembahasan dari optimasi produksi UMKM Bakso Sakera menggunakan algoritma genetika dengan bantuan MATLAB

4.1 Data Penelitian

Berdasarkan hasil wawancara dengan narasumber yakni pemilik UMKM maka didapatkan hasil berupa data mengenai persediaan bahan baku dan biaya produksi dalam satu kali proses pembuatan bakso. Data persediaan bahan baku dalam satu kali produksi ditampilkan pada Tabel 4.1 dan untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran 4.1.

Tabel 4.1 Ketersediaan Bahan Baku dan Biaya Produksi dalam Satuan Gram

Bahan Baku	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	Stok
Cabai	2	0	0	0	0	5	0	5000
Daging	25	25	25	25	25	25	32	30000
Tepung	1	1	1	1	1	1	1	1100
Mie	3	3	3	3	3	3	3	5000
Kuning								
Bihun	2	2	2	2	2	2	2	3500
Sayur	3	3	3	3	3	3	3	4500
Kecambah	2	2	2	2	2	2	2	4000
Biaya Produksi	11500	11000	20000	10000	10500	10000	11000	6300000

4.2 Perhitungan Algoritma Genetika

Proses perhitungan algoritma genetika pada penelitian ini dilakukan pada MATLAB dengan langkah – langkah seperti yang sudah dituliskan pada bab 3. Skrip editor pada MATLAB dapat dilihat pada Lampiran 4.2. Langkah – langkah berjalannya program adalah sebagai berikut.

1. Menginputkan parameter

Tahapan awal pada penerapan proses algoritma genetika menggunakan MATLAB adalah menginputkan parameter yang telah ditentukan yaitu berupa

jumlah iterasi, jumlah populasi dan jumlah gen. Skrip untuk menginputkan parameter adalah sebagai berikut.

```

1 | clear all; clc; var={};
2 | %INPUT PARAMETER
3 | iter=input('Masukkan Jumlah Iterasi : ');
4 | pop=input('Masukkan Jumlah Populasi : ');
5 | vari=input('Masukkan Jumlah Gen : ');
6 | for a=1:vari
7 |     x=input(['Nama Gen ', num2str(a), ' : '], 's');
8 |     var=[var;x];end;

```

Hasil input manual pada *command window* ditunjukkan pada Gambar 4.1.



```

Command Window
Masukkan Jumlah Iterasi : 1000
Masukkan Jumlah Populasi : 5
Masukkan Jumlah Gen : 7
Nama Gen 1 : Bakso Ranjau
Nama Gen 2 : Bakso Telur
Nama Gen 3 : Bakso Iga
Nama Gen 4 : Bakso Urat
Nama Gen 5 : Bakso Moza
Nama Gen 6 : Bakso Monster
Nama Gen 7 : Bakso Daging

```

Gambar 4.1 Input Parameter pada *Command Window*

Berdasarkan Gambar 4.1 jumlah iterasi sama dengan 1000, maka program akan terus melakukan pengulangan hingga mencapai iterasi maksimum yaitu 1000. Selain itu, program dapat berhenti jika sudah mencapai konvergen. Dikatakan konvergen apabila nilai *fitness* terbaik tidak mengalami peningkatan yang signifikan selama 100 kali iterasi berturut – turut. Terdapat 7 gen yang masing – masing mewakili Bakso Ranjau, Bakso Telur, Bakso Iga, Bakso Urat, Bakso Moza, Bakso Monster dan Bakso Daging. Pada penelitian terdapat pengujian parameter berupa variasi iterasi yang akan dicoba satu persatu untuk mengetahui hasil solusi terbaik. Langkah yang sama dilakukan pada variasi iterasi lainnya.

2. Inisialisasi Populasi

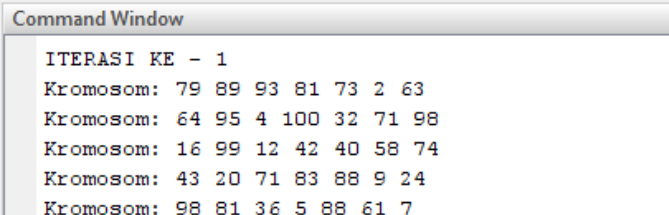
Inisialisasi populasi merupakan proses membangkitkan populasi awal. Pembangkitan populasi dilakukan menggunakan bilangan riil karena merepresentasikan jumlah masing – masing bakso per porsi.

```

1 | while ulang < iter
2 |     ulang=ulang+1;
3 |     gen=round(rand(5,vari)*100);
4 |     disp(['ITERASI KE ', num2str(ulang), ' :']);
5 |     for x=1:5
6 |         disp(['Kromosom : ', num2str(gen(x,:))]); end;
7 | end;

```

Hasil inialisasi 5 populasi awal ditunjukkan pada Gambar 4.2.



```
Command Window
ITERASI KE - 1
Kromosom: 79 89 93 81 73 2 63
Kromosom: 64 95 4 100 32 71 98
Kromosom: 16 99 12 42 40 58 74
Kromosom: 43 20 71 83 88 9 24
Kromosom: 98 81 36 5 88 61 7
```

Gambar 4.2 Inialisasi Populasi Awal

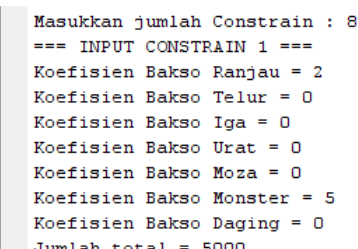
Pada Gambar 4.2 ditampilkan pembangkitan 5 kromosom awal dengan nilai yang berbeda – beda. Setelah didapatkan 5 kromosom awal, langkah selanjutnya yaitu mengevaluasi nilai masing – masing kromosom.

3. Evaluasi

Proses evaluasi dilakukan untuk mengetahui nilai pada masing – masing kromosom. Semakin tinggi nilai *fitness*nya maka peluang untuk dipertahankan semakin besar. Skrip untuk proses evaluasi terbagi menjadi dua tahap yaitu skrip input *constraint* serta fungsi objektif dan skrip untuk menghitung nilai *fitness*. Skrip untuk input *constraint* serta fungsi objektif adalah sebagai berikut.

```
1 | for a=1:vari
2 |     x=input(['Nama Gen ',num2str(a),' : '],'s');
3 |     var=[var;x];end;
4 | constrain=input('Masukkan Jumlah Constrain : ');
5 | for a=1:constrain
6 |     disp(['=== INPUT CONSTRAIN ',num2str(a),' ===']);
7 |     for b=1:vari
8 |         koef(a,b)=input(['Koefisien ',char(var(b)),' = ']); end;
9 |         total(a)=input('Jumlah Total Persediaan = '); end;
10| disp(['=== INPUT FUNGSI OBJEKTIF ===']);
11| for b=1:vari
12|     fit(b)=input(['Koefisien ',char(var(b)),' = ']);end;
ulang=0;fitnes=0;
```

Skrip di atas digunakan untuk menginputkan secara manual masing – masing *constraint* dengan menggunakan data pada Tabel 4.1 dan dimasukkan pada Persamaan (3.1) – (3.8). Hasil input manual ditunjukkan pada Gambar 4.3.



```
Masukkan jumlah Constrain : 8
=== INPUT CONSTRAIN 1 ===
Koefisien Bakso Ranjau = 2
Koefisien Bakso Telur = 0
Koefisien Bakso Iga = 0
Koefisien Bakso Urat = 0
Koefisien Bakso Moza = 0
Koefisien Bakso Monster = 5
Koefisien Bakso Daging = 0
Jumlah total = 5000
```

Gambar 4.3 Input *Constraint*

Kemudian hasil input manual pada fungsi objektif ditunjukkan pada Gambar 4.4.

```

=== INPUT FUNGSI OBJEKTIF ===
Koefisien Bakso Ranjau = 5500
Koefisien Bakso Telur = 4000
Koefisien Bakso Iga = 7000
Koefisien Bakso Urat = 4000
Koefisien Bakso Moza = 3500
Koefisien Bakso Monster = 4500
fx Koefisien Bakso Daging = 4000

```

Gambar 4.4 Input Fungsi Objektif

Setelah menginputkan secara manual masing – masing *constraint* dan fungsi objektif, selanjutnya adalah skrip menghitung nilai *fitness* sebagai berikut.

```

1 | gen=round(rand(5,vari)*100);
2 |     for x=1:5
3 |         disp(['Kromosom : ', num2str(gen(x,:))]);
4 |     for a=1:constrain cek=0;
5 |     for b=1:vari
6 |         cek=cek+gen(x,b)*koef(a,b);end;
7 |     if cek<=total(a) pil=1; gan(1,:)=gen(x,:);
8 |     else pil=0; end; end;
9 |     if pil==1; opt=0;
10 |         for a=1:vari
11 |             opt=opt+fit(1,a)*gan(1,a); end;
12 |         disp(['FITNESS = ', num2str(opt)]);

```

Pada skrip ditampilkan perintah untuk melakukan pengecekan pada masing – masing kromosom dengan fungsi batasan yang telah diinputkan. Langkah selanjutnya yaitu menghitung nilai *fitness* yang merupakan fungsi objektif pada penelitian. Hasil *running* evaluasi 5 kromosom ditunjukkan pada Gambar 4.5.

```

Command Window
Evaluasi Fitness
Kromosom: 79 89 93 81 73 2 63
FITNESS = 2282000
Kromosom: 64 95 4 100 32 71 98
FITNESS = 1983500
Kromosom: 16 99 12 42 40 58 74
FITNESS = 1433000
Kromosom: 43 20 71 83 88 9 24
FITNESS = 1590000
Kromosom: 98 81 36 5 88 61 7
FITNESS = 1745500

```

Gambar 4.5 Evaluasi Kromosom

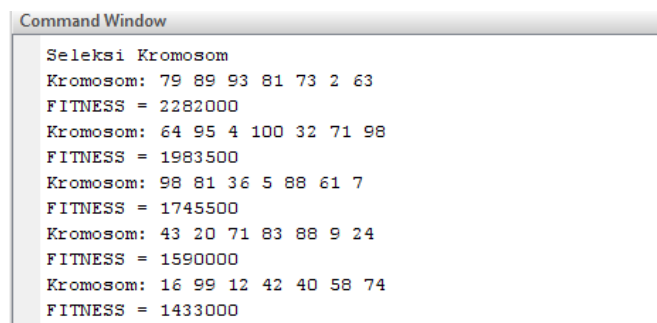
Pada Gambar 4.5 ditampilkan nilai *fitness* pada masing – masing kromosom. Kromosom dengan nilai terbaik akan berpeluang besar untuk dipertahankan pada proses selanjutnya. Langkah berikutnya yaitu seleksi.

4. Seleksi

Seleksi dilakukan dengan mengurutkan kromosom dengan *fitness* terbaik. Kromosom – kromosom tersebut diurutkan berdasarkan nilai *fitness*nya. Skrip evaluasi pada program adalah sebagai berikut.

```
1 | if opt>fitnes
2 |     fitnes=opt; gun(1,:)=double(gan(1,:)); it=ulang; end; end;
```

Hasil *running* dari proses seleksi ditampilkan pada Gambar 4.6.



```
Command Window
Seleksi Kromosom
Kromosom: 79 89 93 81 73 2 63
FITNESS = 2282000
Kromosom: 64 95 4 100 32 71 98
FITNESS = 1983500
Kromosom: 98 81 36 5 88 61 7
FITNESS = 1745500
Kromosom: 43 20 71 83 88 9 24
FITNESS = 1590000
Kromosom: 16 99 12 42 40 58 74
FITNESS = 1433000
```

Gambar 4.6. Seleksi Kromosom

Setelah diurutkan, kromosom urutan ke - (1), (2), (3) dan (4) akan dijadikan sebagai induk pada proses reproduksi *crossover*. Dan proses mutasi akan dilakukan dengan kromosom urutan ke - (5).

5. Proses Reproduksi (Crossover dan Mutasi)

Proses reproduksi dibagi menjadi dua jenis yaitu *crossover* atau tukar silang dan mutasi. 2 pasang kromosom yang akan dijadikan induk pada proses *crossover* nantinya juga akan menghasilkan 2 pasang kromosom keturunan dan 1 kromosom yang dijadikan induk pada proses mutasi akan menghasilkan 1 kromosom keturunan. Sehingga hasil dari proses reproduksi pada algoritma genetika adalah 10 kromosom. Skrip untuk proses *crossover* dan mutasi adalah sebagai berikut.

```
1 | % Proses Crossover dan Mutasi
2 |     for a=1:vari-1
3 |         tukar=gen(1,1); gen(1,1) = gen(2,1); gen(2,1) = tukar;
4 |         tukar=gen(1,4); gen(1,4) = gen(2,4); gen(2,4) = tukar;
5 |         tukar=gen(1,7); gen(1,7) = gen(2,7); gen(2,7) = tukar;
6 |         tukar=gen(3,1); gen(3,1) = gen(4,1); gen(4,1) = tukar;
7 |         tukar=gen(3,4); gen(3,4) = gen(4,4); gen(4,4) = tukar;
8 |         tukar=gen(3,7); gen(3,7) = gen(4,7); gen(4,7) = tukar;end;
9 |     gen(5,4)= round(rand(1)*100);end;end;
```

Hasil *running* program ditunjukkan pada Gambar 4.7. dan Gambar 4.8.

```

Command Window
--Proses Crossover--
Kromosom Induk 1: 79 89 93 81 73 2 63
Kromosom Induk 2: 64 95 4 100 32 71 98
Kromosom Anak 1: 64 89 93 100 73 2 98
Kromosom Anak 2: 79 95 4 81 32 71 63
Kromosom Induk 3: 98 81 36 5 88 61 7
Kromosom Induk 4: 43 20 71 83 88 9 24
Kromosom Anak 3: 43 81 36 83 88 61 24
Kromosom Anak 4: 98 20 71 5 88 9 7

```

Gambar 4.7 Proses *Crossover*

Dari Gambar 4.7 dapat diketahui bahwa *crossover* dilakukan dengan menukar indeks gen ke – 1, ke – 4 dan ke – 7 pada 2 kromosom induk. Proses reproduksi selanjutnya yaitu mutasi. Proses mutasi ditunjukkan pada Gambar 4.8.

```

--Proses Mutasi--
Kromosom Induk: 16 99 12 42 40 58 74
Kromosom Anak: 16 99 12 55 40 58 74

```

Gambar 4.8 Proses Mutasi

Mutasi dilakukan pada kromosom urutan ke – 5 dengan memilih gen secara acak. Indeks gen yang terpilih adalah ke – 4. Sehingga nilai pada indeks gen ke – 4 kromosom induk diubah menjadi 55.

6. Evaluasi Hitung Fitness Kromosom Gabungan

Setelah melakukan reproduksi, langkah berikutnya adalah melakukan penggabungan kromosom induk dan anak serta dilakukan perhitungan *fitness*nya. Skrip untuk proses evaluasi kromosom gabungan sama dengan skrip pada langkah ke – 4. Hasil evaluasi nilai *fitness* gabungan ditunjukkan pada Gambar 4.9.

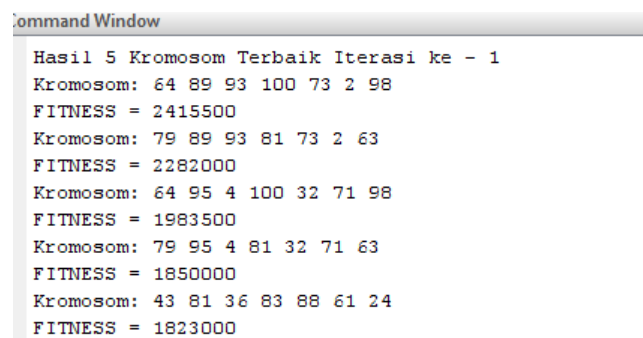
```

Command Window
--Hitung Fitness Kromosom Gabungan--
Kromosom: 79 89 93 81 73 2 63
FITNESS = 2282000
Kromosom: 64 95 4 100 32 71 98
FITNESS = 1983500
Kromosom: 64 89 93 100 73 2 98
FITNESS = 2415500
Kromosom: 79 95 4 81 32 71 63
FITNESS = 1850000
Kromosom: 98 81 36 5 88 61 7
FITNESS = 1745500
Kromosom: 43 20 71 83 88 9 24
FITNESS = 1590000
Kromosom: 43 81 36 83 88 61 24
FITNESS = 1823000
Kromosom: 98 20 71 5 88 9 7
FITNESS = 1512500
Kromosom: 16 99 12 42 40 58 74
FITNESS = 1433000
Kromosom: 16 99 12 55 40 58 74
FITNESS = 1485000

```

Gambar 4.9 Evaluasi Nilai *Fitness* Kromosom Gabungan

Pada Gambar 4.9 ditampilkan seluruh kromosom induk dan anak dari hasil reproduksi pada algoritma genetika. 10 kromosom tersebut akan dipilih 5 terbaik sesuai jumlah populasi awal untuk dipertahankan pada iterasi selanjutnya. Hasil 5 kromosom terbaik pada iterasi ke – 1 ditunjukkan pada Gambar 4.10.



```

Command Window
Hasil 5 Kromosom Terbaik Iterasi ke - 1
Kromosom: 64 89 93 100 73 2 98
FITNESS = 2415500
Kromosom: 79 89 93 81 73 2 63
FITNESS = 2282000
Kromosom: 64 95 4 100 32 71 98
FITNESS = 1983500
Kromosom: 79 95 4 81 32 71 63
FITNESS = 1850000
Kromosom: 43 81 36 83 88 61 24
FITNESS = 1823000

```

Gambar 4.10 Hasil 5 Kromosom Terbaik Iterasi Pertama

7. Pengecekan Kriteria Berhenti

Langkah selanjutnya setelah mendapatkan 5 kromosom terbaik pada 1 iterasi adalah melakukan pengecekan kriteria berhenti. Terdapat 2 jenis kriteria berhenti yaitu telah konvergen atau mencapai iterasi maksimum. Jika salah satu dari syarat kriteria berhenti tersebut terpenuhi maka program akan mencetak hasil akhir berupa 1 kromosom dengan nilai *fitness* terbaik. Namun jika belum terpenuhi, maka program akan terus melakukan pengulangan sampai tercapai kriteria berhenti. Skrip untuk pengecekan kriteria berhenti adalah sebagai berikut.

```

1 | while ulang < iter
2 |     ulang=ulang+1;

```

Skrip tersebut berfungsi untuk menjalankan perintah perulangan. Maka program akan terus mengalami perulangan sampai kedua syarat berhenti yaitu telah mencapai iterasi maksimum atau konvergen. Jika program telah memenuhi syarat berhenti maka akan lanjut pada tahap hasil kromosom terbaik.

8. Hasil Kromosom Terbaik

Skrip hasil kromosom terbaik pada penelitian dengan iterasi sebesar 1000 kali adalah sebagai berikut

```

1 | % Hasil Kromosom Terbaik
2 | disp(['Hasil Akhir Kromosom Terbaik']);
3 | for a=1:vari
4 | disp(['Kebutuhan ', char(var(a)), ' = ', num2str(gun(1,a))]); end;
5 | disp(['TOTAL KEUNTUNGAN = ', num2str(fitnes)]);
6 | disp(['DITEMUKAN PADA ITERASI KE : ', num2str(it)]);

```

Hasil *running* program ditunjukkan pada Gambar 4.11.

```
TOTAL KEUNTUNGAN = 2469000
Kebutuhan Bakso Ranjau = 96
Kebutuhan Bakso Telur = 88
Kebutuhan Bakso Iga = 85
Kebutuhan Bakso Urat = 73
Kebutuhan Bakso Moza = 47
Kebutuhan Bakso Monster = 83
Kebutuhan Bakso Daging = 41
DITEMUKAN PADA ITERASI KE : 469
```

Gambar 4.11 Hasil Kromosom Terbaik pada Variasi Iterasi 1000

Pada Gambar 4.11 ditampilkan hasil solusi terbaik pada variasi parameter iterasi 1000 ditemukan pada iterasi ke – 469 dengan total keuntungan yang didapatkan sebesar Rp 2.469.000 dan rincian jumlah masing – masing bakso adalah 96 porsi Bakso Ranjau, 88 porsi Bakso Telur, 85 porsi Bakso Iga, 73 porsi Bakso Urat, 47 porsi Bakso Moza, 83 porsi Bakso Monster dan 41 porsi Bakso Daging.

Setelah mendapatkan hasil terbaik pada percobaan iterasi 1000 kali, langkah selanjutnya yaitu melakukan pengujian variasi parameter iterasi. Pengujian dilakukan untuk mengetahui hasil dan kemungkinan solusi yang lebih akurat serta mengurangi kemungkinan bias akibat sifat stokastik dari algoritma genetika. Hasil pengujian pada masing – masing variasi iterasi ditunjukkan pada Tabel 4.2. dan untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran 4.3.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian pada Parameter Iterasi

Iterasi	Rata-Rata <i>Fitness</i>	<i>Fitness</i> Terkecil	<i>Fitness</i> Terbesar
500	2.452.450	2.394.000	2.478.500
1000	2.437.150	2.339.500	2.469.000
1500	2.448.540	2.165.900	2.487.000
2000	2.466.900	2.364.000	2.492.500
2500	2.473.400	2.412.000	2.495.000
3000	2.480.500	2.466.000	2.497.000
3500	2.478.205	2.423.550	2.495.000
4000	2.480.650	2.460.000	2.494.500
4500	2.479.050	2.464.000	2.494.500
5000	2.458.220	2.267.700	2.495.500
10.000	2.485.650	2.479.000	2.492.500

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat diketahui bahwa hasil *fitness* mengalami peningkatan seiring bertambahnya iterasi hingga mencapai *fitness* terbesar pada variasi iterasi 3000. Setelah iterasi tersebut, nilai *fitness* tidak mengalami peningkatan yang signifikan bahkan cenderung menurun. Sehingga dapat

disimpulkan *fitness* terbesar didapatkan pada variasi iterasi sebanyak 3000 kali dengan rincian seperti pada Gambar 4.12.

```

Hasil Akhir Kromosom Terbaik
Kebutuhan Bakso Ranjau = 100
Kebutuhan Bakso Telur = 62
Kebutuhan Bakso Iga = 83
Kebutuhan Bakso Urat = 96
Kebutuhan Bakso Moza = 29
Kebutuhan Bakso Monster = 89
Kebutuhan Bakso Daging = 58
TOTAL KEUNTUNGAN = 2497000
DITEMUKAN PADA ITERASI KE : 2634

```

Gambar 4.12 Hasil Solusi Optimal

Berdasarkan Gambar 4.12 hasil paling optimal ditemukan pada iterasi ke – 2634 dengan rincian masing – masing yaitu 100 porsi Bakso Ranjau, 62 porsi Bakso Telur, 83 porsi Bakso Iga, 96 porsi Bakso Urat, 29 porsi Bakso Moza, 89 porsi Bakso Monster dan 58 porsi Bakso Daging. Total keuntungan yang didapatkan sebesar Rp 2.497.000,00. Solusi ini memenuhi seluruh kendala yang telah ditentukan sebelumnya.

Hasil optimasi menunjukkan bahwa Bakso Ranjau, Bakso Urat dan Bakso Monster merupakan jenis yang paling menguntungkan untuk diproduksi dalam jumlah besar. Hal ini mengindikasikan bahwa margin keuntungan serta efisiensi penggunaan bahan baku lebih baik dibandingkan dengan jenis bakso yang lain. Sementara itu, Bakso Moza dan Bakso Daging diproduksi dalam jumlah lebih sedikit dikarenakan penggunaan bahan baku relatif lebih mahal sehingga tidak optimal jika diproduksi dalam jumlah besar dengan keterbatasan kendala yang ada. Selain efisiensi dalam penggunaan bahan baku, hal yang harus diperhatikan adalah selera dan minat konsumen. Meskipun hasil optimasi menggunakan algoritma genetika menghasilkan kombinasi produksi dengan total keuntungan Rp 2.497.000,00 hasil tersebut belum tentu sesuai dengan minat konsumen. Karena model optimasi yang sepenuhnya berbasis keuntungan cenderung mengabaikan faktor – faktor non-finansial seperti loyalitas konsumen dan tren pasar.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, terdapat beberapa alternatif yang dapat digunakan antara lain:

1. Memodifikasi fungsi objektif dengan menambahkan bobot berdasarkan minat konsumen pada masing – masing jenis bakso. Dengan demikian, varian bakso yang populer tetap memperoleh porsi produksi yang memadai meskipun margin keuntungan lebih rendah.
2. Menambahkan kendala produksi minimum untuk jenis bakso yang paling *best seller*. Hal ini bertujuan untuk menjaga ketersediaan stok produk unggulan di tengah persaingan pasar serta menjaga kepercayaan konsumen.
3. Menyesuaikan berdasarkan data pasar dengan melakukan survei pilihan serta minat konsumen. Hasil survei kemudian dibandingkan dengan hasil dari optimasi sehingga bisa diketahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan. Jika ditemukan perbedaan yang signifikan, maka perlu dilakukan penyesuaian manual seperti meningkatkan jumlah produksi pada jenis bakso yang paling diminati.

Beberapa alternatif tersebut dapat menjadi solusi dalam pengambilan keputusan produksi. Kombinasi hasil proses optimasi serta hasil survei minat pelanggan dapat berkontribusi terhadap peningkatan loyalitas pelanggan serta daya saing usaha dalam jangka panjang.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada bab 4 dapat ditarik kesimpulan dan saran untuk penelitian selanjutnya yang akan dijelaskan sebagai berikut.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan keuntungan produksi pada UMKM Bakso Sakera dapat dioptimalkan dengan algoritma genetika. Hasil yang diperoleh dari proses optimasi ini adalah total keuntungan sebesar Rp 2.497.000 dalam sehari dengan rincian produksi masing – masing bakso sebanyak 100 porsi Bakso Ranjau, 62 porsi Bakso Telur, 83 porsi Bakso Iga, 96 porsi Bakso Urat, 29 porsi Bakso Moza, 89 porsi Bakso Monster dan 58 porsi Bakso Daging. Hasil tersebut perlu disesuaikan dengan minat pelanggan agar lebih optimal.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian sejenis selanjutnya bisa menambahkan variabel kendala supaya lebih kompleks. Selain itu, bisa menggunakan metode metaheuristik yang lainnya seperti *Tabu Search* atau *Particle Swarm Optimization* (PSO) atau bisa menggabungkan dan membandingkan keduanya supaya bisa mengetahui metode mana yang lebih efektif dalam menyelesaikan persoalan optimasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, R. S., Firdaus, S. A., Alwi, M. R., Verawan, L. O., Ubaidillah, A. A., Rofinsyah, R. A. F., & Puspitasari, T. D. (2019). Prototype Sistem Optimasi Biaya Produksi Jamur Tiram dalam Sekali Produksi dengan Metode Algoritma Genetika. *Jurnal Ilmiah Fakultas Ilmu Komputer*, 8(2).
- Alamsyah, A. R., Asy'ari, F., Pratama Al Faris Cahya, Puspitasari, T. D., Pusparini, D., Prasetyo, C. A., & Shofi, N. N. (2019). Penerapan Algoritma Genetika Untuk Optimasi Pembelian Sembako Sebagai Solusi Dari Knapsack Problem. *Jurnal Teknologi Informasi dan Terapan*, 6(1), 24–29. <https://doi.org/10.25047/jtit.v6i1.95>
- Damayanti, L., & Cholissodin, I. (2018). Optimasi Penjadwalan Bimbingan Skripsi Menggunakan Algoritme Genetika (Studi Kasus : Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(9), 3370–3375.
- Fauziah, A. S., Cholissodin, I., & Rahayudi, B. (2022). Optimasi Pendistribusian Air Mineral menggunakan Algoritma Genetika. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 6(2), 966–972. <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Fazilah, N., Saputra, T. M., & Syahrini, I. (2024). Pengoptimalan Masalah Nonlinier dalam Meminimumkan Biaya Produksi dengan Metode Algoritma Genetika Menggunakan Separable Programming dan Metode Algoritma Genetika. *Original Article Indonesian Journal of Applied Mathematics*, 4(2), 1–10. <https://doi.org/10.35472/indoja>
- Fitrianur, K. N., Putri, R. R. M., & Wicaksono, S. A. (2018). Optimasi Peningkatan Laba Produksi Abon Menggunakan Algoritma Genetika (Studi Kasus UKM Poklhasr Berkah Lumintu - Tulungagung). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(5), 1883–1893. <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/1412/496>
- Hasan, S., & Nugroho, Y. A. (2020). OPTIMASI KEUNTUNGAN PRODUK KERIPIK SINGKONG MENGGUNAKAN METODE BRANCH AND BOUND DAN ALGORITMA GENETIKA PADA GNP SNACK. *Spektrum Industri*, 18(1), 57. <https://doi.org/10.12928/si.v18i1.13299>
- Mulyo, H. (2018). Penerapan Algoritma Genetika Dalam Efisiensi Persediaan Bahan Baku Mebel Di UD. Mebel Jati. *Jurnal Rekognisi Akuntansi*, 2(2), 155–165. <https://doi.org/10.34001/jra.v2i2.249>
- Pomalingo, S. (2023). *Kecerdasan Buatan Digital*. Global Eksekutif Teknologi.

- Santosa, B., & Ai, T. J. (2017). *Pengantar Metaheuristik Implementasi dengan MATLAB*. ITS Tekno Sains.
- Sivanandam, S. N., & Deepa, S. N. (2007). *Introduction to genetic Algorithms*. Springer Berlin Heidelberg.
- Sumadireja, I., Cahyo, P., & Saputra, M. H. K. (2020). *Optimasi Nilai Pendapatan Menggunakan Algoritma Genetika*. Kreatif.
- Taha, H. A. (2017). *Operations Research An Introduction, Tenth Edition, Global Edition*. Pearson Education Limited.
- Yunus, S., Nur, N., & Hamrul, H. (2021). Pengoptimalan Penghitungan Keuntungan Produksi Menggunakan Algoritma Genetika. *Journal of Computer and Information System (J-CIS)*, 1(1), 36–47. <https://doi.org/10.31605/jcis.v1i1.984>
- Zukhri, Z. (2014). *Algoritma Genetika Metode Komputasi Evolusioner untuk Menyelesaikan Masalah Optimasi*. CV. Andi Offset.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 4.1 Data Penelitian

Tautan: <https://bit.ly/4ikhIK4>

Lampiran 4.2 Skrip Program MATLAB

Tautan: <https://bit.ly/3F2jOjn>

Lampiran 4.3 Hasil Uji Coba Variasi Parameter

Tautan: <https://bit.ly/4m8mBYQ>