PENGOPTIMALAN MASALAH NONLINEAR DALAM MEMINIMUMKAN BIAYA PRODUKSI DENGAN MODEL *SEPARABLE PROGRAMMING* MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA

(Studi Kasus: CV Indah Jaya Mebel)

NOVELYA AMANDA
NIM H1011211047

SKRIPSI

PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

PENGOPTIMALAN MASALAH NONLINEAR DALAM MEMINIMUMKAN BIAYA PRODUKSI DENGAN MODEL *SEPARABLE PROGRAMMING* MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA

(Studi Kasus: CV Indah Jaya Mebel)

NOVELYA AMANDA
NIM H1011211047

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Matematika pada Program Studi Matematika

PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	: Pengoptimalan Masalah Nonlinear dalam Meminimumkan Biaya Produksi dengan Model *Separable Programming* Menggunakan Algoritma Genetika (Studi Kasus: CV Indah Jaya Mebel)
Nama Mahasiswa	: Novelya Amanda
NIM	: H1011211047
Jurusan/Program Studi	: Matematika/Matematika
Tanggal Lulus	: 17 Februari 2025
SK Pembimbing	: 2566/UN22.8/TD.06/2024/Tanggal 2 September 2024
SK Penguji	: 394/UN22.8/TD.06/2025/Tanggal 11 Februari 2025

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Meliana Pasaribu, S.Pd., M.Sc.	Fransiskus Fran, S.Si., M.Si.
NIP. 198710192019032006	NIP. 198804152019031014

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Nur'ainul Miftahul Huda, S.Si., M.Si.	Dr. Yundari, S.Si., M.Sc.
NIP. 199411142020122014	NIP. 198310202008012012

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Meliana Pasaribu, S.Pd., M.Sc.	Fransiskus Fran, S.Si., M.Si.
NIP. 198710192019032006	NIP. 198804152019031014

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusnizal, S.Si., M.Si
NIP. 197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Novelya Amanda
NIM	: H1011211047
Program Studi/ Jurusan	: Matematika/Matematika
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyataan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, Februari 2025



Novelya Amanda

NIM H1011211047

Pengoptimalan Masalah Nonlinear dalam Meminimumkan Biaya Produksi dengan Model *Separable Programming* Menggunakan Algoritma Genetika
(Studi Kasus: CV Indah Jaya Mebel)

ABSTRAK

Permasalahan biaya produksi dapat mengalami perubahan yang bervariasi seiring dengan pertambahan jumlah produk akibat ketersediaan dan biaya bahan baku yang fluktuatif. Permasalahan ini dapat dimodelkan sebagai pendekatan masalah nonlinear. Untuk mengatasi permasalahan ini, model *separable programming* digunakan untuk melinearisasi fungsi nonlinear melalui pendekatan *piecewise linearization*. Selanjutnya, solusi optimal dicari menggunakan algoritma genetika dengan melibatkan proses seleksi, *crossover*, mutasi, dan evaluasi nilai *fitness*. Salah satu industri yang mengalami permasalahan biaya produksi yaitu CV Indah Jaya Mebel yang bergerak di bidang industri furniture di Kalimantan Barat. Dalam tiga tahun terakhir, perusahaan ini menghadapi tantangan berupa peningkatan biaya produksi, yang disebabkan oleh keterbatasan pasokan bahan baku dan kebutuhan tenaga kerja saat menerima pesanan dalam jumlah besar. Untuk mengatasi tantangan tersebut, penelitian ini berfokus pada penentuan solusi optimal pada masalah meminimumkan biaya produksi dengan model *separable programming* menggunakan algoritma genetika. Model *separable programming* diawali dengan pembentukan masalah P, kemudian pembentukan masalah AP dengan hampiran linear sepotong-sepotong formulasi lambda (λ). Dilanjutkan dengan pembentukan masalah LAP yang dicari solusinya dengan algoritma genetika dalam 10 kali percobaan. Hasil analisis menunjukkan bahwa biaya produksi minimal yang dapat dicapai oleh CV Indah Jaya Mebel dengan model *separable programming* dalam 10 kali percobaan menggunakan algoritma genetika adalah Rp31.569.550,00,- per bulan. Rincian produksi mencakup 8 unit pintu kayu meranti, 10 unit jendela kayu keladan, 13 unit kusen kayu keladan, dan 12 unit kusen kayu meranti. Sementara itu, produksi pintu kayu bengkirai dan keladan serta jendela kayu meranti berjumlah nol unit. Keuntungan produksi CV Indah Jaya Mebel dapat meningkat dengan biaya produksi yang optimal.

Kata Kunci: optimasi biaya, *piecewise linearization*, *crossover*

Optimization of Nonlinear Problems in Minimizing Production Costs with Separable Programming Models Using Genetic Algorithms
(Case Study: CV Indah Jaya Mebel)

ABSTRACT

The production cost problem can change as the number of products increases due to fluctuations in the availability and cost of raw materials. This problem can be modeled as a nonlinear approach. To solve this problem, separable programming model is used to linearize the nonlinear function through piecewise linearization approach. Furthermore, genetic algorithm is used to find the optimal solution by involving the process of selection, crossover, mutation, and fitness value evaluation. CV Indah Jaya Mebel, which is engaged in the furniture industry in West Kalimantan, faces the challenge of increasing production costs in the last three years. This is due to the limited supply of raw materials and labor requirements when receiving large orders. This research focuses on determining the optimal solution nonlinear problems of production cost with separable programming model using genetic algorithm. The separable programming model starts with the formation of the P problem, followed by the formation of the AP problem which uses piecewise linear approximation through lambda (λ) formulation, and ends with the formation of the LAP problem which is solved by genetic algorithm in 10 trials. The analysis results show that the minimum production cost that can be achieved by CV Indah Jaya Mebel with a separable programming model in 10 trials using a genetic algorithm is Rp31,569,550.00 per month. Optimal production details include 8 units of meranti wood doors, 10 units of windows.

Keywords: *cost optimisation, piecewise linearization*, *crossover*

PRAKATA

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur kehadirat Allah SWT karena atas segala berkat, rahmat, taufik serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **"Pengoptimalan Biaya Produksi Nonlinear dengan Model *Separable Programming* menggunakan Algoritma Genetika (Studi Kasus: CV Indah Jaya Mebel"** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Matematika (S.Mat) pada Program Studi Matematika di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis menyadari bahwa banyak dukungan, bimbingan, dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua beserta keluarga yang selalu memberikan dukungan, motivasi, dan doa kepada penulis selama masa perkuliahan maupun penulisan skripsi ini.
2. Ibu Meliana Pasaribu, M.Sc. dan Bapak Fransiskus Fran, M.Si. selaku dosen Pembimbing yang selalu memberikan bimbingan, saran, motivasi, dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Ibu Nur'ainul Miftahul Huda, M.Si. dan Ibu Dr. Yundari, M.Sc. selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan dan masukkan dalam penulisan skripsi ini.
4. Ibu Naomi Nessyana Debataraja, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing akademik yang memberikan bimbingan, saran, dan motivasi kepada penulis.
5. Saudara Rayhan yang sudah bersedia membantu dan menemani penulis dari awal skripsian hingga selesai.
6. Tece, Tewek, Qarina, Icha, Selli, Filza, Nadya, dan Awi selaku teman-teman penulis yang sudah memberikan semangat dan motivasi.
7. Semua pihak yang terlibat dalam penulisan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis berharap dapat memperoleh saran dan masukan yang membangun untuk kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkannya.

Pontianak, 17 Februari 2025

Novelya Amanda

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ..... **ii**
PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK ..... **iii**
ABSTRAK ..... **iv**
ABSTRACT ..... **v**
PRAKATA ..... **vi**
DAFTAR ISI ..... **vii**
DAFTAR GAMBAR ..... **ix**
DAFTAR TABEL ..... **x**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xi**
DAFTAR SIMBOL ..... **xii**
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 Tinjauan Pustaka 3
1.6 Metodologi Penelitian 6
BAB II LANDASAN TEORI **11**
2.1 Regresi Kuadratik 11
2.2 Teori Optimasi 14
2.3 Fungsi Konveks dan Konkaf 15
2.4 Pemrograman Linear 17
2.5 Pemrograman Nonlinear 18
2.6 *Separable Programming* 20
2.7 Algoritma Genetika 26
BAB III PENERAPAN ALGORITMA GENETIKA UNTUK PENGOPTIMALAN PRODUKSI NONLINEAR PADA MODEL *SEPARABLE PROGRAMMING* DI CV INDAH JAYA MEBEL **40**
3.1 Deskripsi Data CV Indah Jaya Mebel 40
3.2 Pemodelan Masalah Nonlinear 46
3.3 Penyelesaian Model Nonlinear Menggunakan *Separable Programming* Metode Hampiran Fungsi Linear Sepotong-sepotong 57

3.4 Penyelesaian Model Linear menggunakan Algoritma Genetika 67
BAB IV KESIMPULAN 77
DAFTAR PUSTAKA 80
LAMPIRAN 84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Flowchart Pengoptimalan Biaya Produksi CV Indah Jaya Mebel Menggunakan Model *Separable Programming* dengan Algoritma Genetika 10
Gambar 2. 1 Ilustrasi Himpunan Konveks dan Himpunan Konkaf 16
Gambar 2. 2 Ilustrasi Grafik (i) Fungsi Konveks, (ii) Fungsi Konkaf, dan (iii) Bukan Fungsi Konveks dan Konkaf 16
Gambar 2. 3 Fungsi linear sepotong-sepotong sebagai hampiran fungsi nonlinear dengan formulasi lambda 23
Gambar 2. 4 Representasi proses one-point crossover 30
Gambar 3. 1 Grafik Rata-rata Jumlah Produksi CV Indah Jaya Mebel Periode April-September 2024 41
Gambar 3. 2 Grafik Keuntungan Produksi CV Indah Jaya Mebel Periode April-September 2024 44
Gambar 3. 3 Kurva Fungsi Biaya Produksi Pintu menggunakan Kayu Bengkirai 49
Gambar 3. 4 Kurva Fungsi Biaya Produksi Pintu menggunakan Kayu Keladan 50
Gambar 3. 5 Kurva Fungsi Biaya untuk Produksi Pintu menggunakan Kayu Meranti 51
Gambar 3. 6 Kurva Fungsi Biaya Produksi Jendela menggunakan Kayu Keladan 53
Gambar 3. 7 Kurva Fungsi Biaya untuk Produksi Jendela dengan Kayu Meranti 53
Gambar 3. 8 Kurva Fungsi Biaya Produksi Kusen menggunakan Kayu Keladan 54
Gambar 3. 9 Kurva Fungsi Biaya untuk Produksi Kusen dengan Kayu Meranti 55
Gambar 3. 10 Tampilan perintah untuk minimasi pada command window Matlab 70
Gambar 3. 11 Tampilan hasil perintah minimasi pada command window 72

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data jumlah produksi pintu, jendela, dan kusen periode April-September 2024 41

Tabel 3.2 Data biaya produksi pintu, jendela, dan kusen periode April-September 2024 43

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I : Data Produksi CV Indah Jaya Mebel 84
Lampiran II : Data Keuntungan CV Indah Jaya Mebel..... 88
Lampiran III : Perhitungan Pembentukan Fungsi Tujuan..... 88
Lampiran IV : Hampiran Linear Fungsi Tujuan untuk Produksi Pintu dengan Kayu Keladan..... 94
Lampiran V : Hampiran Linear Fungsi Tujuan untuk Produksi Pintu dengan Kayu Meranti 94
Lampiran VI : Hampiran Linear Fungsi Tujuan untuk Produksi Jendela dengan Kayu Keladan 95
Lampiran VII : Hampiran Linear Fungsi Tujuan untuk Produksi Jendela dengan Kayu Meranti..... 95
Lampiran VIII : Hampiran Linear Fungsi Tujuan untuk Produksi Kusen dengan Kayu Keladan 96
Lampiran IX : Hampiran Linear Fungsi Tujuan untuk Produksi Kusen dengan Kayu Meranti..... 96
Lampiran X : Hampiran Linear Fungsi Kendala untuk Jenis Kayu Keladan 96
Lampiran XI : Hampiran Linear Fungsi Kendala untuk Jenis Kayu Meranti 97
Lampiran XII : Hampiran Linear Fungsi Kendala untuk Kendala Tenaga Kerja..... 98
Lampiran XIII : Fungsi tujuan dan fungsi kendala Matlab 99
Lampiran XIV : Percobaan Algoritma Genetika 99
Lampiran XV : Transkrip Wawancara..... 105
Lampiran XVI : Surat Permohonan Pengambilan Data..... 108
Lampiran XVII : Surat Keterangan Penelitian..... 109
Lampiran XVIII : Dokumentasi Pengambilan Data dan Wawancara.....110
Lampiran XIX : Dokumentasi Bahan Baku dan Produk 110

DAFTAR SIMBOL

Z	:	Fungsi Tujuan
x_{ij}	:	Variabel keputusan untuk jenis produk ke-i dan jenis kayu ke-j, dengan $i = 1, 2, \dots, m$ dan $j = 1, 2, \dots, n$.
$y_{ij,t}$	:	Jumlah produksi jenis produk ke-i dan jenis kayu ke-j pada bulan ke$-t$, dengan $i = 1, 2, \dots, m$, $j = 1, 2, \dots, n$, dan $t = 1, 2, \dots, s$.
$x_{ij,t}$	:	Biaya produksi jenis produk ke-i dan jenis kayu ke-j pada bulan ke$-t$, dengan $i = 1, 2, \dots, m$, $j = 1, 2, \dots, n$, dan $t = 1, 2, \dots, s$.
b_c	:	Koefisien regresi ke-c dengan $c = 0, 1, 2$.
$\hat{y}_{ij}$	:	Hasil regresi fungsi tujuan pada jenis produk ke-i dan jenis kayu ke-j, dengan $i = 1, 2, \dots, m$ dan $j = 1, 2, \dots, n$.
$f_{ij}(x_{ij})$	:	Nilai koefisien fungsi bagian dari fungsi tujuan yang hanya bergantung pada jenis produk ke-i dan jenis kayu ke-j, dengan $i = 1, 2, \dots, m$ dan $j = 1, 2, \dots, n$.
$g_{kij}(x_{ij})$	:	Nilai koefisien fungsi kendala ke-k yang hanya bergantung pada jenis produk ke-i dan jenis kayu ke-j, dengan $i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$, dan $k = 1, 2, \dots, l$.
x_{vij}	:	Titik kisi ke-v untuk jenis produk ke-i dan jenis kayu ke-j, dengan $i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$ dan $v = 1,2, \dots, k$.
λ_{vij}	:	Hampiran sepotong-sepotong formulasi lambda pada titik kisi ke-v untuk jenis produk ke-i dan jenis kayu ke-j, dengan $i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$ dan $v = 1,2, \dots, k$.
$f_{ij}(x_{vij})$	:	Nilai fungsi bagian dari fungsi tujuan pada titik kisi x_{vij} untuk jenis produk ke-i dan jenis kayu ke-j dengan $i = 1,2, \dots, m$, $j = 1,2, \dots, n$, dan $v = 1,2, \dots, k$.
$g_{kij}(x_{vij})$	:	Nilai fungsi bagian dari fungsi kendala ke-k pada titik kisi x_{vij} untuk jenis produk ke-i dan jenis kayu ke-j dengan $i = 1,2, \dots, m$, $j = 1,2, \dots, n$, dan $v = 1,2, \dots, k$.
a_r	:	Parameter kromosom dengan $r = 1, 2, \dots, p$.

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Biaya produksi merupakan salah satu komponen utama dalam operasional bisnis yang mencakup biaya bahan baku, tenaga kerja, dan biaya tambahan lainnya. Pengelolaan biaya produksi yang efektif sangat penting untuk menjaga efisiensi dan daya saing perusahaan, terutama ketika biaya produksi meningkat akibat fluktuasi harga bahan baku atau lonjakan permintaan (Febrianti & Rasmawati, 2024). Permasalahan biaya produksi sering kali bersifat nonlinear, terutama dalam industri yang bergantung pada bahan baku dengan ketersediaan dan harga yang fluktuatif. Nonlinearitas dalam biaya produksi terjadi ketika biaya produksi tidak selalu meningkat seiring bertambahnya jumlah produk yang dihasilkan (Indhasari & Ramli, 2024).

Salah satu model yang dapat digunakan dalam permasalahan nonlinear adalah model *separable programming*. Keunggulan utama dari model ini adalah kemampuannya untuk menyederhanakan fungsi nonlinear menjadi bentuk linear melalui pendekatan *piecewise linearization*. *Separable programming* membagi fungsi nonlinear menjadi segmen-segmen yang lebih kecil, sehingga memungkinkan proses optimasi menjadi lebih terstruktur dan efisien. Selain itu, model ini sangat fleksibel karena dapat diterapkan pada berbagai jenis fungsi nonlinear dengan tingkat kompleksitas yang berbeda (Fazilah dkk., 2024). Oleh karena itu, *separable programming* menjadi model yang relevan untuk menyelesaikan masalah optimasi yang melibatkan fungsi nonlinear. Model *separable programming* dapat diselesaikan menggunakan beberapa metode seperti metode simpleks, *lagrange multiplier*, atau algoritma genetika (Arindita dkk., 2022).

Algoritma genetika merupakan metode pencarian solusi berbasis mekanisme seleksi alam dan genetika (Rohman dkk., 2020). Proses pencarian dilakukan melalui iterasi yang melibatkan seleksi, *crossover*, mutasi, dan evaluasi nilai *fitness*.

Proses ini diulang hingga ditemukan solusi yang mendekati optimal dengan nilai *fitness* terbaik (Arkeman dkk., 2012). Proses iteratif yang dilakukan oleh algoritma genetika memastikan bahwa solusi yang dihasilkan memiliki nilai fitness terbaik, sehingga sangat cocok untuk permasalahan optimasi yang kompleks (Syahputra & Yahfizham, 2023). Berbeda dengan metode konvensional seperti metode simpleks, algoritma genetika dapat mengeksplorasi ruang solusi yang lebih luas dan menemukan solusi optimal. Keunggulan ini membuat algoritma genetika efektif untuk masalah optimasi yang melibatkan banyak variabel dan kendala yang sulit dipecahkan dengan metode lain (Rohman dkk., 2020).

CV Indah Jaya Mebel adalah salah satu industri *furniture* yang saat ini menghadapi permasalahan biaya produksi. Dalam tiga tahun terakhir, CV Indah Jaya Mebel sering menerima pesanan dalam jumlah besar, terutama pada musim proyek dari Juni hingga Desember. Kondisi ini dapat menyebabkan lonjakan biaya yang disebabkan dua faktor utama, yaitu keterbatasan pasokan kayu yang menyebabkan harga bahan baku lebih tinggi dan perekrutan tenaga kerja borongan yang melebihi anggaran. Kondisi ini berisiko meningkatkan biaya dan memperpanjang waktu produksi, sehingga perlu cara untuk mengurangi biaya tanpa mengurangi kualitas produk.

Permasalahan biaya produksi CV Indah Jaya Mebel dapat diselesaikan dengan model *separable programming*, yang memisahkan biaya produksi menjadi dua faktor yang dapat dianalisis secara terpisah, yaitu biaya bahan baku dan biaya tenaga kerja. Selain itu, algoritma genetika juga dapat digunakan untuk mengoptimalkan solusi, karena metode ini cocok untuk menangani masalah optimasi dengan banyak variabel.

Penggunaan *separable programming* dan algoritma genetika secara bersamaan memberikan solusi optimal untuk mengatasi permasalahan biaya produksi di CV Indah Jaya Mebel. *Separable programming* memecah fungsi nonlinear menjadi bentuk linear yang lebih mudah dioptimalkan, sementara algoritma genetika membantu mencari solusi optimal melalui eksplorasi ruang solusi yang luas. Kombinasi kedua metode ini memungkinkan perusahaan untuk mengurangi biaya

produksi secara signifikan tanpa mengorbankan kualitas, sehingga meningkatkan efisiensi dan daya saing bisnis.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu bagaimana menentukan solusi optimal dari masalah biaya produksi nonlinear menggunakan model *separable programming* dan algoritma genetika pada CV Indah Jaya Mebel?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang sudah dikemukakan, tujuan dalam penelitian ini yaitu:

1. Membentuk model dari masalah optimalisasi biaya produksi menggunakan model *separable programming* pada CV Indah Jaya Mebel.
2. Menentukan solusi optimal dari model *separable programming* menggunakan algoritma genetika pada CV Indah Jaya Mebel.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data biaya produksi dan jumlah produksi pada periode bulan April hingga September tahun 2024.
2. Penelitian ini membahas masalah biaya produksi nonlinear dengan asumsi bahwa fungsi biaya dapat dipisahkan (*separable*) menjadi komponen-komponen sederhana.
3. Penelitian ini hanya menganalisis produk mebel yang diproduksi setiap bulan oleh CV Indah Jaya Mebel.
4. Penelitian ini terbatas pada analisis kendala bahan baku dan tenaga kerja.
5. Algoritma genetika yang digunakan dalam penelitian ini hanya diterapkan menggunakan *software* Matlab.

1.5 Tinjauan Pustaka

Penelitian tentang penerapan model *separable programming* dan algoritma genetika untuk menentukan solusi optimal biaya produksi di CV Indah Jaya Mebel

telah dilakukan dengan meninjau literatur yang relevan. Pendekatan yang digunakan ini relevan dalam konteks keterbatasan bahan yang dialami oleh sektor industri tersebut. Indhasari & Ramli (2024) dan Modes & Hidayah (2021) menyatakan bahwa industri mebel adalah sektor usaha yang bergerak dalam produksi dan pemasaran berbadai produk *furniture* masyarakat, industri ini berperan penting dalam mendukung perekonomian daerah sekaligus memperkenalkan kekayaan budaya lokal. Pada teori optimasi, regresi kuadratik, dan metode *separable programming* sebagai pendekatan utama dalam penyelesaian masalah nonlinear pada sektor industri tersebut. Regresi kuadratik digunakan untuk memodelkan hubungan antara variabel independen dan dependen yang membentuk kurva parabolik, memanfaatkan metode kuadrat terkecil untuk meminimalkan residual (Hidayanti dkk., 2022). Teori optimasi memberikan landasan sistematis dalam mencari solusi optimal untuk meminimalkan biaya atau memaksimalkan keuntungan di bawah batasan tertentu (Gunantara, 2024). Dalam konteks ini, separable programming menjadi alat yang efektif untuk memecah fungsi nonlinear kompleks menjadi fungsi bagian linear, mempermudah proses optimasi melalui metode linear sepotong-sepotong (Grahayu & Rosha, 2020).

Metode penyelesaian yang digunakan dalam *separable programming* adalah algoritma genetika. Rohman dkk., (2020) dan Arkeman dkk., (2012) menyatakan bahwa algoritma genetika merupakan metode pencarian solusi berdasarkan mekanisme seleksi alam dan evolusi genetika, pertama kali diperkenalkan oleh John Holland pada tahun 1970-an. Algoritma ini bekerja dengan populasi solusi yang diwakili oleh kromosom, melalui proses seleksi, *crossover*, mutasi, dan evaluasi *fitness* secara iteratif hingga solusi optimal ditemukan. Keunggulan algoritma genetika meliputi fleksibilitas dalam menangani berbagai jenis masalah optimasi, termasuk yang bersifat kompleks dan nonlinear. Metode ini juga efektif untuk mengeksplorasi ruang solusi secara luas, sehingga cocok untuk diterapkan pada permasalahan yang memiliki banyak variabel dan kendala. Algoritma genetika telah diterapkan secara luas dalam berbagai bidang, termasuk perencanaan, penjadwalan, dan optimasi biaya produksi.

Grahayu dan Rosha (2020) meneliti tentang penerapan *separable programming* dan algoritma genetika untuk mengoptimalkan biaya produksi pada Lavera Konveksi, sebuah perusahaan konveksi di Padang. Penelitian ini difokuskan pada empat jenis produk pakaian, yaitu kaos lengan panjang, kaos berkerah, kaos oblong, dan celana training. Dengan menggunakan data biaya produksi dari Desember 2019 hingga April 2020, model nonlinear dibentuk untuk menggambarkan hubungan antara jumlah produksi dan biaya produksi. Model *separable programming* diterapkan untuk mentransformasikan model nonlinear menjadi model linear yang kemudian diselesaikan dengan algoritma genetika. Hasil akhirnya menunjukkan bahwa biaya produksi minimum yang dapat dicapai adalah Rp65.223.468,43, dengan distribusi produksi optimal sebanyak 540 unit untuk masing-masing jenis pakaian kecuali kaos oblong sebanyak 360 unit. Penelitian ini menegaskan pentingnya perencanaan produksi berbasis matematis untuk meningkatkan efisiensi biaya dalam industri konveksi.

Penelitian oleh Asep Indriana dan Eminugroho Ratna Sari (2017) mengkaji pengoptimalan biaya produksi tempe di industri rumahan Tempe Murni, Yogyakarta, menggunakan pendekatan *separable programming* dengan hampiran fungsi linear sepotong-sepotong dan algoritma genetika. Model nonlinear yang dibentuk diubah menjadi model linear menggunakan formulasi lambda dan diselesaikan dengan bantuan perangkat lunak Matlab dan WinQSB. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biaya produksi minimum selama satu bulan adalah sebesar Rp32.650.307,8 dengan jumlah produksi masing-masing untuk empat varian harga (Rp5.000, Rp3.500, Rp2.500, Rp2.000) adalah 6.300, 4.200, 2.100, dan 2.100 bungkus. Penelitian ini menegaskan efektivitas *separable programming* dan algoritma genetika dalam menyelesaikan masalah optimisasi nonlinear pada industri kecil.

Sitompul (2014) meneliti tentang implementasi algoritma genetika untuk menyelesaikan masalah optimasi nonlinear. Penelitian ini melihat bahwa permasalahan optimasi nonlinear sering kali tidak dapat diselesaikan dengan metode gradien karena sifatnya yang kompleks. Sebagai alternatif, algoritma genetika (GA) diusulkan sebagai teknik pencarian berbasis evolusi yang terinspirasi

oleh teori evolusi Darwin. Dalam penerapannya, algoritma ini merepresentasikan parameter fungsi objektif sebagai kromosom yang diolah melalui proses seleksi, reproduksi, persilangan, dan mutasi. Penelitian menunjukkan bahwa algoritma genetika dapat menemukan solusi optimum baik untuk masalah tanpa kendala maupun dengan kendala, seperti yang dibuktikan melalui eksperimen menggunakan pemrograman Matlab. Meskipun hasil optimasi sedikit bervariasi karena sifat acak dari algoritma, perbedaannya tidak signifikan, dan algoritma terbukti cepat dalam mencapai konvergensi.

1.6 Metodologi Penelitian

Penelitian ini diawali dengan melakukan studi literatur untuk mencari referensi yang relevan dengan studi kasus yang akan diteliti. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari CV Indah Jaya Mebel. Data tersebut berupa biaya produksi dan jumlah produksi pada periode bulan April hingga September tahun 2024.

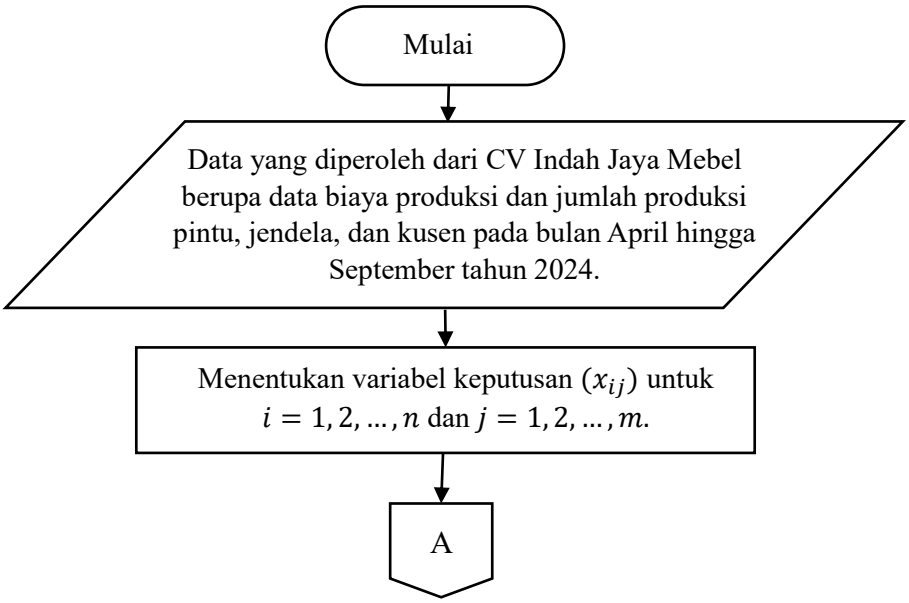
Tahap pertama penelitian ini adalah memodelkan masalah nonlinear menggunakan model *separable programming*, yang mencakup penentuan variabel keputusan, fungsi kendala, dan fungsi tujuan optimasi. Tujuan optimasi ditentukan terlebih dahulu apakah untuk meminimalkan atau memaksimalkan fungsi tujuan. Selanjutnya, fungsi tujuan dibentuk dari masing-masing variabel keputusan dengan memastikan sifat fungsi sesuai tujuan yang diinginkan. Untuk meminimalkan fungsi tujuan, fungsi yang terbentuk harus bersifat konveks, ditandai dengan turunan kedua fungsi bernilai positif. Jika fungsi membentuk fungsi konkaf, variabel keputusan tersebut tidak digunakan lebih lanjut dalam proses optimasi.

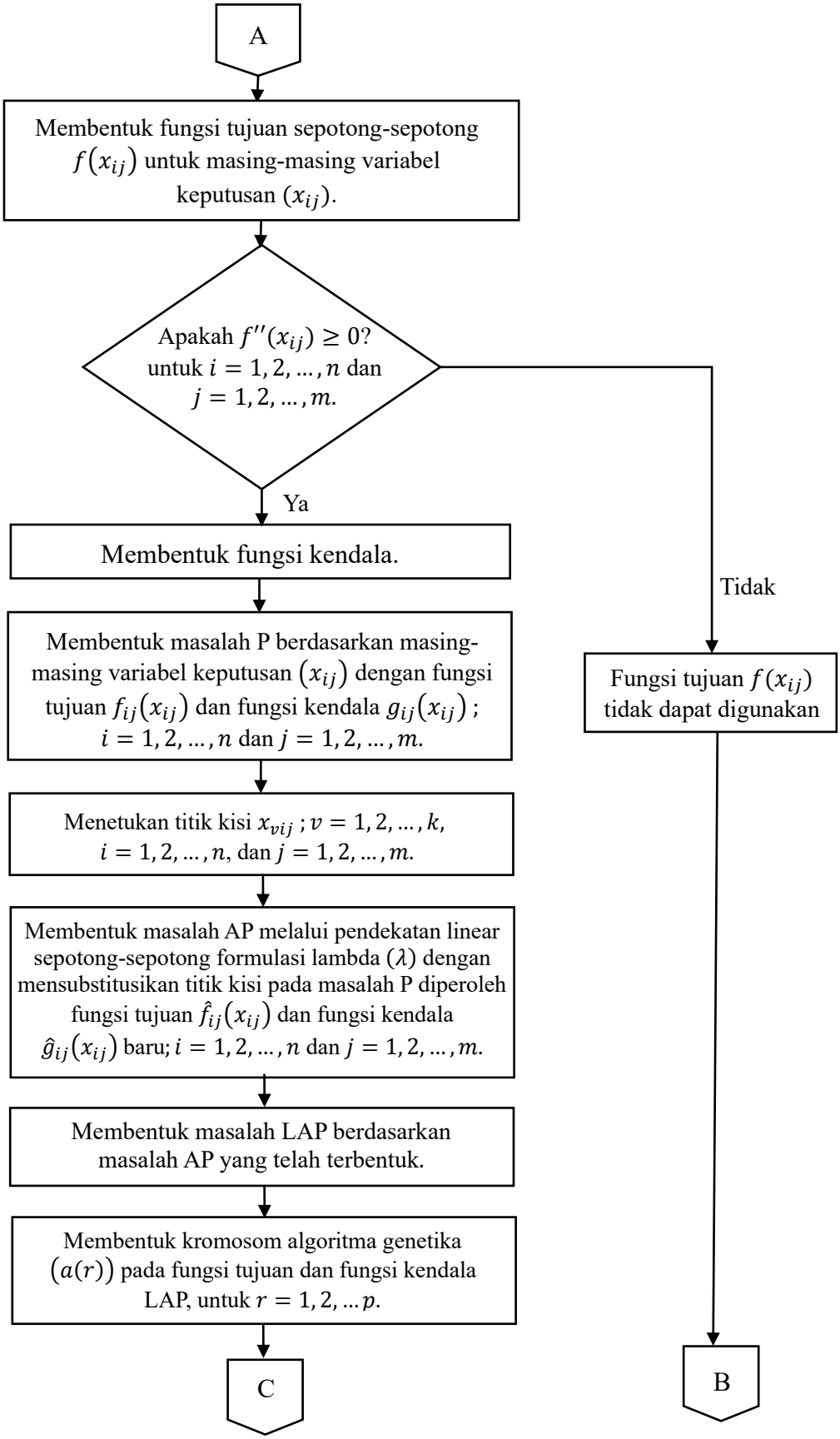
Setelah fungsi tujuan dan fungsi kendala nonlinear terbentuk, tahap selanjutnya yaitu membentuk masalah P (*problem*), di mana fungsi tujuan dipisahkan berdasarkan variabel keputusannya. Tahap selanjutnya, dilakukan penentuan titik kisi yang ditentukan berdasarkan rentang jumlah produksi tertinggi dan terendah selama periode April hingga September 2024. Nilai titik kisi ini digunakan untuk menyederhanakan masalah P menjadi masalah AP (*approximation problem*), di mana fungsi tujuan dan kendala dalam masalah awal disubstitusikan dengan nilai dari titik kisi. Selanjutnya, masalah AP diubah menjadi masalah LAP (*linear*

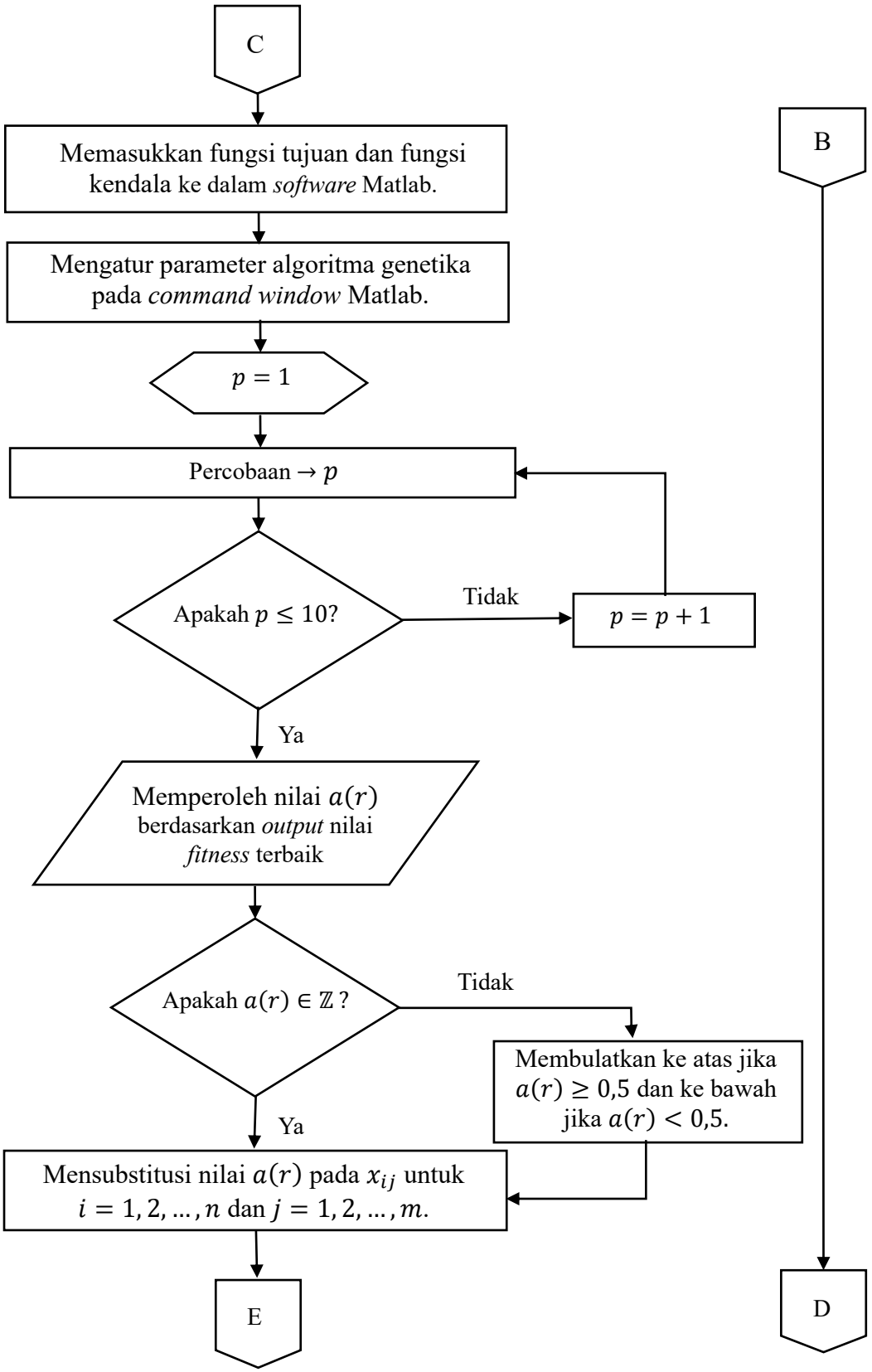
approximation problem), dengan mengaproksimasi fungsi tujuan dan kendala nonlinear menjadi linear.

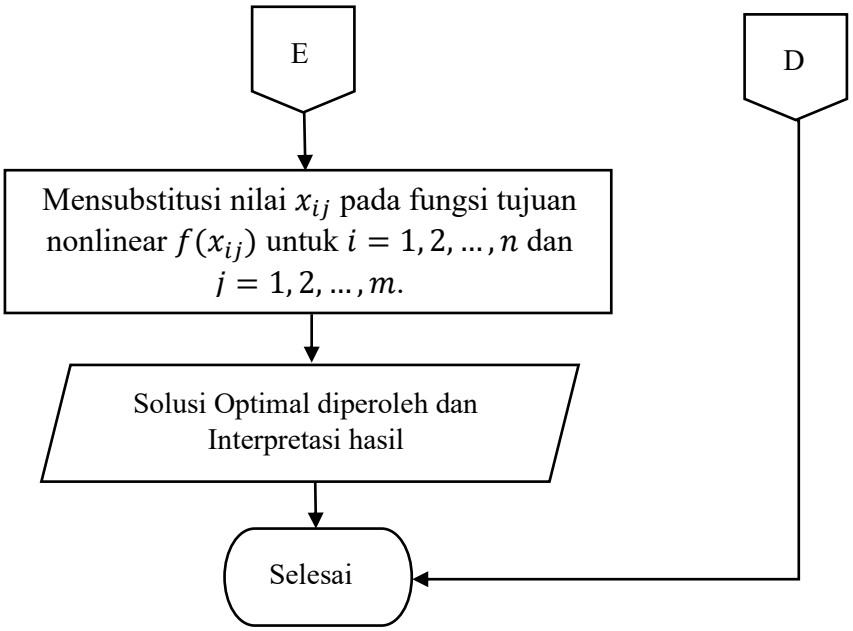
Pada tahap optimasi, algoritma genetika digunakan untuk mencari solusi optimal. Fungsi tujuan dan fungsi kendala LAP diubah menjadi representasi kromosom dalam bentuk parameter $a(r)$ dengan $r = 1, 2, \ldots 35$. Parameter ini kemudian diinput ke dalam *software* Matlab. Pada tahap ini, dilakukan pengaturan parameter algoritma, seperti menentukan batas atas dan bawah variabel, probabilitas *crossover,* probabilitas mutasi, jumlah percobaan, serta batas maksimal generasi. Selanjutnya, algoritma genetika dijalankan melalui *command window* Matlab untuk menghasilkan iterasi. Dilakukan 10 kali percobaan dengan $p = 1, 2, \ldots, 10$. Dari hasil iterasi tersebut, dipilih solusi dengan nilai fitness terbaik untuk menentukan nilai parameter $a(r)$. Dilakukan pengecekan terhadap nilai $a(r)$ apakah berbentuk bilangan bulat, jika belum maka dilakukan pembulatan terdekat. Nilai $a(r)$ yang telah dilakukan pembulatan kemudian disubstitusikan kedalam persamaan x_{ij} untuk menghitung nilai variabel keputusannya. Selanjutnya, nilai-nilai ini disubstitusikan dalam fungsi tujuan nonlinear dan diperoleh solusi optimalnya.

Setelah memperoleh solusi dari algoritma genetika, maka dilakukan interpretasi hasil. Tahapan penelitian dalam penelitian ini disajikan ke dalam bentuk *flowchart*, pada Gambar 1.1.




A
Membentuk fungsi tujuan sepotong-sepotong $f(x_{ij})$ untuk masing-masing variabel keputusan (x_{ij}).
Apakah $f''(x_{ij}) \geq 0$? untuk $i = 1, 2, \dots, n$ dan $j = 1, 2, \dots, m$.
Ya
Tidak
Membentuk fungsi kendala.
Membentuk masalah P berdasarkan masing-masing variabel keputusan (x_{ij}) dengan fungsi tujuan $f_{ij}(x_{ij})$ dan fungsi kendala $g_{ij}(x_{ij})$; $i = 1, 2, \dots, n$ dan $j = 1, 2, \dots, m$.
Fungsi tujuan $f(x_{ij})$ tidak dapat digunakan
Menetukan titik kisi x_{vij} ; $v = 1, 2, \dots, k$, $i = 1, 2, \dots, n$, dan $j = 1, 2, \dots, m$.
Membentuk masalah AP melalui pendekatan linear sepotong-sepotong formulasi lambda (λ) dengan mensubstitusikan titik kisi pada masalah P diperoleh fungsi tujuan $\hat{f}_{ij}(x_{ij})$ dan fungsi kendala $\hat{g}_{ij}(x_{ij})$ baru; $i = 1, 2, \dots, n$ dan $j = 1, 2, \dots, m$.
Membentuk masalah LAP berdasarkan masalah AP yang telah terbentuk.
Membentuk kromosom algoritma genetika $(a(r))$ pada fungsi tujuan dan fungsi kendala LAP, untuk $r = 1, 2, \dots p$.
C
B


C
Memasukkan fungsi tujuan dan fungsi kendala ke dalam *software* Matlab.
Mengatur parameter algoritma genetika pada *command window* Matlab.
$p = 1$
Percobaan → p
Apakah $p \leq 10$?
Tidak
$p = p + 1$
Ya
Memperoleh nilai $a(r)$ berdasarkan *output* nilai *fitness* terbaik
Apakah $a(r) \in \mathbb{Z}$?
Tidak
Membulatkan ke atas jika $a(r) \geq 0{,}5$ dan ke bawah jika $a(r) < 0{,}5$.
Ya
Mensubstitusi nilai $a(r)$ pada x_{ij} untuk $i = 1, 2, \ldots, n$ dan $j = 1, 2, \ldots, m$.
E
B
D



Gambar 1. 1 *Flowchart* Pengoptimalan Biaya Produksi CV Indah Jaya Mebel Menggunakan Model *Separable Programming* dengan Algoritma Genetika