

**Perbandingan Pemrograman Linear dan Algoritma Genetika dalam
Evaluasi Strategi Penjualan untuk Meningkatkan Pendapatan
Money Changer (Studi Kasus: PT Bali Primadana Gemilang)**



ARGYA SYAHFANI RAHMAN

H011211068

PROGRAM STUDI MATEMATIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2025



**Perbandingan Pemrograman Linear dan Algoritma Genetika dalam
Evaluasi Strategi Penjualan untuk Meningkatkan Pendapatan
Money Changer (Studi Kasus: PT Bali Primadana Gemilang)**

ARGYA SYAHFANI RAHMAN

H011211068



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2025**

**Perbandingan Pemrograman Linear dan Algoritma Genetika dalam
Evaluasi Strategi Penjualan untuk Meningkatkan Pendapatan
Money Changer (Studi Kasus: PT Bali Primadana Gemilang)**

ARGYA SYAHFANI RAHMAN

H011211068

Skripsi

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Matematika

pada

PROGRAM STUDI MATEMATIKA

DEPARTEMEN MATEMATIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2025

SKRIPSI

Perbandingan Pemrograman Linear dan Algoritma Genetika dalam
Evaluasi Strategi Penjualan untuk Meningkatkan Pendapatan
Money Changer (Studi Kasus: PT Bali Primadana Gemilang)

ARGYA SYAHFANI RAHMAN

H011211068

Skripsi

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Matematika pada 19 Agustus
2025 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

pada

Program Studi Matematika

Departemen Matematika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Hasanuddin

Makassar

Mengesahkan:
Pembimbing tugas akhir,

Dr. Khaeruddin, M.Sc.
NIP. 196509141991031003



Mengetahui:
Ketua Program Studi,

Dr. Firmah, S.Si., M.Si.
NIP. 196804292002121001

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Perbandingan Pemrograman Linear dan Algoritma Genetika dalam Evaluasi Strategi Penjualan untuk Meningkatkan Pendapatan *Money Changer* (Studi Kasus: PT Bali Primadana Gemilang)" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing (Dr. Khaeruddin, M.Sc.). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 18 Agustus 2025



ARGYA SYAHFANI RAHMAN
NIM. H011211068

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perbandingan Pemrograman Linear dan Algoritma Genetika dalam Evaluasi Strategi Penjualan untuk Meningkatkan Pendapatan *Money Changer* (Studi Kasus: PT Bali Primadana Gemilang)” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Matematika pada Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.

Ucapan terima kasih tak terhingga kepada kedua orang tua tercinta, Bapak Abd. Rahman, S.Ag. dan Ibu Imma Yasmin S, S.E. yang tiada hentinya memanjatkan doa baik dan dukungan atas segala proses perkuliahan hingga penulisan skripsi ini, yang telah menjadi sumber kekuatan dan semangat penulis dalam menjalani kehidupan. Terima kasih atas segala pengorbanan cinta, waktu, tenaga, pikiran dan materi yang telah diusahakan kepada penulis. Terima kasih juga disampaikan kepada kedua adik tersayang, Athirah dan Afdhal yang telah memberi doa dan semangat kepada penulis. Segala pengorbanan tidak bisa penulis balas sepenuhnya, namun semoga pencapaian sederhana ini dapat menjadi awal dari sesuatu yang kalian banggakan. Semoga Allah SWT senantiasa membalas setiap kebaikan dan ketulusan hati kalian dengan kesehatan, kebaikan, dan keberkahan.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyelesaian skripsi ini tidak dapat terwujud sebagaimana mestinya tanpa dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Firman, S.Si., M.Si. selaku Ketua Departemen Matematika;
2. Bapak Dr. Khaeruddin, M.Sc. selaku Pembimbing Utama yang telah banyak meluangkan waktu untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyelesaian skripsi ini;
3. Bapak Prof. Syamsuddin Toaha, M.Sc., dan Ibu Nur Erawaty, M.Si. selaku Tim Penguji yang telah memberi saran serta arahan terhadap penulisan skripsi ini;
4. Keluarga besar tercinta Sunusi's Warrior dan Keluarga di Panette yang telah mengirimkan doa, dukungan, dan sumber kekuatan dalam kehidupan penulis;
5. Nisa, Nadila, Mina, Tsabita, Cindy, dan Eka yang telah banyak membantu dalam proses skripsi ini, yang menjadi teman mengerjakan skripsi, dan selalu bersedia menemani dan membantu penulis mengurus segala halnya.
6. Teman-teman seperjuangan MEDIS, Adhe, Syela, Latifah, Endah, Rara, Clarissa, terima kasih atas kerja sama, canda tawa, berbagi cerita, berkeluh kesah, serta dukungan dan pengalaman yang berharga bagi penulis selama menempuh perjalanan perkuliahan ini. Terima kasih atas 4 tahun yang indah.
7. Teman-teman LARI SORE, Andien, Lala, Cia, Key, Puput, Michiko, Besse, Farida, terima kasih atas canda tawa, suka duka selama masa akademik, kepanitiaan, kepengurusan, dan masa penulis menjadi dewan. Terima kasih

selalu menemani penulis, memberikan saran dan dukungan serta saling berbagi cerita. Terima kasih atas kenangan indah yang tak terlupakan;

8. Teman-teman MATEMATIKA 2021 terkhusus Dhany, Nanda, Dhea, Atika, Mifta, Udi, Fatwa, dan Fans Walham. Teman seperjuangan pengumpulan dan kepanitiaan, MATRIKS 2021 terkhusus Fafah, Selvi, Ila, Mirza, Fikra, Febrian, Nuqit, Aqid, Saddam, Emil, Iky, Fathur, Aji, Fikar, Panitia Pelaksana Bina Akrab 2022, Pengurus Demisioner periode 2023-2024, Demisioner Kesekretariatan, Dewan periode 2024-2025, dan *Steering* Bina Akrab 2024. Kakak-kakak HORIZONTAL terkhusus Kak Napus, Kak Halima, Kak Indah, Kak Adil, Kak Idil, dan Kak Fudhol. Adik-adik: RIIL 2022 terkhusus Nila, Nins, Timi, Riska, Fida, Rany, Anna, Irun, Maul, Ai, Vigo, Jekol, Afif, Kevin, Mayko, Salwan, dan Ori. PRIME 2023 terkhusus Sofita, Azhreen, Zainab, Ninu, Yulis, Dije, Yura, Famei, Aqilah, Suci, Ida, Firda, Mikran, Ikhsan, Jago, Fedra, Egy, Panitia Inti dan Danus Bina Akrab 2024. RADIAN 2024 terkhusus Almh. Andil, Pude, Defeb, Vio, Naca, Uli, Geby, Bas, Kleri, Yusti, Panitia Dankom, Panitia MUSTA XLIII. Dan seluruh keluarga Himatika FMIPA Unhas dan KM FMIPA Unhas 2021. Terima kasih atas bantuan, kebaikan, dan dukungan kepada penulis;
9. Teman-teman KKNT Gel.112 "MOTOR PRIDE LURR", Saso, Adel, Muti, Kiki, Arya, Anzar, Riall yang telah berjuang bersama dalam pelaksanaan program kerja dan kehidupan selama KKN. Terima kasih atas kebaikan dan canda tawa selama di Kelurahan Bontoa maupun setelah masa KKN selesai;
10. Warga Kelurahan Bontoa yang telah memberikan kenyamanan selama pelaksanaan KKN dan memberikan doa kelancaran skripsi untuk penulis dan teman-teman KKNT Gel. 112 terkhusus aparat Kelurahan, Nenek Bassia, Ibu Rannu, Pak Jajeng, Tante Mita, Ayah Raihan, Bunda Al, Raihan, Rayna, Alghazali, Afarisky, Aldafi, Guru-guru SDN Bontoa, dan Panitia Math Bontoa Competition. Semoga selalu diberi kesehatan dan kebahagiaan.
11. Teman-teman SMP "Eightion" dan SMA "Sarmada" terkhusus IPA 2 yang tetap berbagi kabar, hadiah, dan cerita selama masa perkuliahan ini;
12. PT Bali Primadana Gemilang selaku mitra studi kasus dalam penelitian ini. Terima kasih atas kesempatan dalam memberikan data dan informasi sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik;
13. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebut satu persatu yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam bentuk apa pun;
14. Kepada diri sendiri yang tetap kuat, sehat, dan sabar sampai di tahap ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Maka dari itu, penulis menerima segala kritik dan saran yang membangun terhadap perbaikan dan pengembangan penelitian ini. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberi manfaat bagi pengembangan ilmu. Aamiin.

Makassar, 18 Agustus 2025


Penulis

ABSTRAK

ARGYA SYAHFANI RAHMAN. **Perbandingan Pemrograman Linear dan Algoritma Genetika dalam Evaluasi Strategi Penjualan untuk Meningkatkan Pendapatan *Money Changer* (Studi Kasus: PT Bali Primadana Gemilang).** (dibimbing oleh Dr. Khaeruddin, M. Sc.).

Latar Belakang. Perdagangan valuta asing merupakan aktivitas yang sangat dinamis dan memiliki risiko tinggi akibat fluktuasi nilai tukar mata uang. PT Bali Primadana Gemilang, sebagai perusahaan *money changer* di Bali, menghadapi tantangan dalam menentukan strategi penjualan valuta asing yang optimal untuk memaksimalkan pendapatan. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan dua metode optimasi, yaitu Pemrograman Linear dan Algoritma Genetika, dalam mengevaluasi strategi penjualan valuta asing agar dapat meningkatkan pendapatan perusahaan. Penelitian ini menggunakan data transaksi harian selama 30 hari dengan fokus pada empat mata uang dominan: USD, AUD, EUR, dan JPY. **Metode.** Pemrograman Linear memformulasikan masalah ke dalam fungsi objektif dan kendala linear yang dioptimasi dengan bantuan *Python*. Sementara itu, Algoritma Genetika melakukan proses evolusi alami melalui mekanisme seleksi, *crossover*, dan mutasi untuk menemukan solusi optimal dari strategi penjualan. **Hasil.** Penelitian menunjukkan bahwa kedua metode berhasil meningkatkan pendapatan dibandingkan strategi awal perusahaan. Namun, Pemrograman Linear memberikan hasil optimasi pendapatan yang lebih tinggi sebesar Rp457juta, dibandingkan Algoritma Genetika sebesar Rp230juta. **Kesimpulan.** Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa Pemrograman Linear lebih efektif dalam menyusun strategi penjualan valuta asing untuk periode waktu tertentu, khususnya dalam konteks data yang terstruktur dan kendala yang terdefinisi jelas.

Kata kunci: valuta asing; *money changer*; Pemrograman Linear; Algoritma Genetika; optimasi; strategi penjualan.

ABSTRACT

ARGYA SYAHFANI RAHMAN. **Comparison of Linear Programming and Genetic Algorithms in Evaluating Sales Strategies to Increase Money Changer Revenue (Case Study: PT Bali Primadana Gemilang).**

(supervised by Dr. Khaeruddin, M. Sc.).

Background. Foreign exchange trading is a highly dynamic activity with high risks due to currency exchange rate fluctuations. PT Bali Primadana Gemilang, as a money changer company in Bali, faces challenges in determining the optimal foreign exchange sales strategy to maximize revenue. **Objective.** This study aims to compare two optimization methods, Linear Programming and Genetic Algorithms, in evaluating foreign exchange sales strategies to enhance company revenue. The study utilizes daily transaction data over 30 days, focusing on four dominant currencies: USD, AUD, EUR, and JPY. **Method.** The Linear Programming method formulates the problem into an objective function and linear constraints optimized using Python. Meanwhile, the Genetic Algorithm employs natural evolution processes through selection, *crossover*, and mutation mechanisms to find the optimal solution for sales strategies. **Result.** The research results indicate that both methods successfully increase revenue compared to the company's initial strategy. However, Linear Programming yielded a higher revenue optimization result of Rp457M compared to the Genetic Algorithm's result of Rp230M. **Conclusion.** From these results, it can be concluded that Linear Programming is more effective in developing foreign exchange sales strategies for a specific time period, particularly in the context of structured data and clearly defined constraints.

Keywords: foreign exchange; money changer; linear programming; genetic algorithm; optimization; sales strategy.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN PENGAJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Landasan Teori.....	3
1.6.1 Perdagangan Valuta Asing.....	3
1.6.1.1 Pengertian Valuta Asing	3
1.6.1.2 Fungsi Valuta Asing	4
1.6.1.3 Definisi dan Jenis Sistem Nilai Tukar	5
1.6.1.4 <i>Money Changer</i>	5
1.6.1.5 Perbedaan <i>Money Changer</i> dan Pasar <i>Foreign Exchange</i>	6
1.6.1.6 Cara transaksi di <i>Money Changer</i>	6
1.6.1.7 Studi Kasus.....	6
1.6.2 Optimasi	7
1.6.3 Pemrograman Linear.....	7

1.6.4	Algoritma Genetika	9
1.6.5	<i>Python</i>	11
BAB II METODOLOGI PENELITIAN		12
2.1	Jenis Penelitian.....	12
2.2	Data Penelitian	12
2.3	Prosedur Penelitian	12
2.4	Diagram Alir Penelitian	13
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN.....		14
3.1	Hasil.....	14
3.1.1	Deskripsi Data	14
3.1.2	Implementasi Program	17
3.1.2.1	Implementasi Pemrograman Linear	17
3.1.2.1	Implementasi Algoritma Genetika.....	21
3.1.2.2	Algoritma <i>Python</i>	26
3.1.3	Analisis Strategi Penjualan Perusahaan Sebelum Optimasi	28
3.1.4	Evaluasi Strategi Penjualan Metode Pemrograman Linear	30
3.1.5	Evaluasi Strategi Penjualan Metode Algoritma Genetika	34
3.2	Pembahasan.....	38
BAB IV PENUTUP		40
4.1	Kesimpulan	40
4.2	Saran	40
DAFTAR PUSTAKA		41
LAMPIRAN		44

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
Tabel 1. Simbol Mata Uang dan Negara	4
Tabel 2. Ringkasan Data Frekuensi, Total Unit dan Nominal Transaksi.....	14
Tabel 3. Tabel Variabel Keputusan	17
Tabel 4. Contoh Data Sederhana untuk Pemrograman Linear	20
Tabel 5. Contoh Data Sederhana untuk Algoritma Genetika	24
Tabel 6. Pendapatan Harian.....	28
Tabel 7. Strategi Optimal USD Metode PL.....	30
Tabel 8. Strategi Optimal AUD Metode PL.....	31
Tabel 9. Strategi Optimal EUR Metode PL.....	32
Tabel 10. Strategi Optimal JPY Metode PL.....	33
Tabel 11. Strategi Optimal USD Metode AG	34
Tabel 12. Strategi Optimal AUD Metode AG	35
Tabel 13. Strategi Optimal EUR Metode AG	36
Tabel 14. Strategi Optimal JPY Metode AG	37
Tabel 15. Perbandingan Total Pendapatan Setelah Optimasi	38

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
Gambar 1.1 Kode <i>Python Library</i> PuLP.....	9
Gambar 2.1 Diagram Alir Penelitian.....	13
Gambar 3.1 Grafik Perbandingan Total Transaksi.....	15
Gambar 3.2 Grafik Frekuensi Transaksi	16
Gambar 3.3 Grafik Total Unit yang Diperdagangkan	16
Gambar 3. 4 Diagram Alir Metode Pemrograman Linear.....	19
Gambar 3.5 Diagram Alir Metode Algoritma Genetika.....	23
Gambar 3.6 Grafik Perbandingan	39

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
Lampiran 1. Transaksi Harian PT Bali Primadana Gemilang	45
Lampiran 2. Rincian Pendapatan Harian per Mata Uang	59
Lampiran 3. Program <i>Python</i> Pemrograman Linear	63
Lampiran 4. Program <i>Python</i> Algoritma Genetika	65
Lampiran 5. Daftar Pertanyaan Wawancara	69

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Valuta asing memiliki peran strategis dalam menentukan daya saing perdagangan Indonesia di pasar internasional (Yuliyati et al., 2023). Perdagangan valuta asing merupakan salah satu sektor yang sangat dinamis dan menguntungkan dalam dunia ekonomi global. Dalam sektor ini, perusahaan *money changer* berperan penting sebagai perantara dalam transaksi pertukaran mata uang lokal ke asing maupun sebaliknya. Dinamika pasar valuta asing sangat dipengaruhi oleh pergerakan nilai tukar mata uang, yang dapat berubah secara cepat akibat berbagai faktor. (OCBC, 2023).

Pergerakan nilai mata uang asing di pasar *foreign exchange* dipengaruhi oleh berbagai faktor yang mencakup aspek ekonomi, geopolitik, serta aktivitas transaksi yang terjadi di pasar. Peningkatan permintaan terhadap suatu mata uang, yang biasanya diakibatkan oleh banyaknya transaksi pembelian, dapat menyebabkan apresiasi nilai mata uang tersebut. Sebaliknya, ketika terjadi peningkatan penjualan mata uang dalam jumlah besar, nilai mata uang tersebut berpotensi mengalami depresiasi. Dinamika pergerakan mata uang ini menuntut pemahaman mendalam mengenai *foreign exchange*, karena tanpa pengetahuan yang memadai, pelaku pasar rentan mengalami kebingungan dalam pengambilan keputusan. Kesalahan dalam langkah strategis dapat berujung pada kerugian finansial yang signifikan (CIMB NIAGA, 2024). Fenomena pelemahan nilai mata uang terhadap dolar Amerika Serikat telah tercatat secara nyata dalam sejarah nilai tukar Rupiah. Berdasarkan data yang telah diolah oleh Josephine Wuri, (2018) pergerakan mata uang suatu negara yang cenderung melemah terhadap dolar Amerika Serikat. Nilai tukar Rupiah terhadap dolar Amerika Serikat pada tahun 2012 rata-rata sebesar Rp 9.387 per dolar yang terus melemah 11,53% menjadi sebesar Rp 10.469,25 per dolar pada 2013 dan melemah kembali 14,29% menjadi Rp 11.865,23 per dolar pada periode 2014. Hal ini masih terus berlanjut di tahun 2015 yang mencapai kisaran Rp 13.700 per dolar, melemah sebesar 45,9% dibandingkan kondisi tahun 2012.

Melalui aktivitas di pasar valuta asing, perbankan memainkan peran penting dalam mengurangi tekanan terhadap nilai tukar Rupiah, khususnya dalam situasi volatilitas ekonomi global (Divka Avedish et al., 2024). Mengingat fluktuasi nilai tukar yang terjadi dalam waktu singkat, perusahaan *money changer* harus mampu mengoptimalkan keuntungan agar tetap kompetitif. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji lebih lanjut terkait PT Bali Primadana Gemilang, sebuah perusahaan *money changer* yang aktif melayani transaksi valuta asing harian dan menghadapi tantangan dalam menentukan strategi jual beli valuta asing yang paling menguntungkan di tengah dinamika pasar yang terus berubah.

Situs resmi *Currency Exchange* mendeskripsikan bahwa PT Bali Primadana Gemilang adalah perusahaan yang bergerak di bidang Kegiatan Usaha Perdagangan Valuta Asing Non-Bank (KUPVA BB). Beroperasi sejak 4 Februari 2011 dan berlokasi di Provinsi Bali. Perusahaan *money changer* ini telah dipercaya oleh banyak orang di Indonesia dan merupakan komunitas internasional. (PT Bali Primadana Gemilang, 2024) Berdasarkan wawancara dengan pihak manajemen PT Bali Primadana Gemilang, permasalahan utama yang dihadapi perusahaan ini berkaitan dengan mengoptimalkan pendapatan dari aktivitas jual beli valuta asing, metode yang efektif belum ditemukan untuk menganalisis dan memprediksi keuntungan optimal, yang berisiko menyebabkan kerugian apabila fluktuasi nilai tukar tidak diantisipasi secara efektif. Hal ini menunjukkan bahwa perlu adanya pendekatan lebih sistematis dari data perusahaan. Manajemen juga menyampaikan bahwa dalam satu periode bulan, terdapat waktu tertentu pendapatan mengalami penurunan signifikan, bahkan berpotensi negatif yang berdampak pada akumulasi keuntungan bulanan.

Dalam menghadapi tantangan tersebut, dibutuhkan pendekatan optimasi yang efektif. Pemrograman Linear dan Algoritma Genetika merupakan metode riset operasi yang tepat untuk permasalahan tersebut. Sriwidadi & Agustina, (2013) menyimpulkan bahwa pemrograman Linear baik untuk memaksimalkan keuntungan atau meminimalkan biaya dalam kondisi hubungan variabel yang terstruktur dan linear. Namun, ketika hubungan antar variabel tidak bersifat Linear seperti dalam dinamika pasar valuta asing, pendekatan berbasis algoritma seperti Algoritma Genetika menjadi lebih fleksibel. Algoritma Genetika mengimplementasikan prinsip seleksi alam dalam menyelesaikan masalah kompleks dan mencari solusi terbaik melalui proses evolusi iteratif (Khoirul L.M.A. et al., 2017). Pendekatan ini relevan diterapkan pada sistem yang bersifat tidak pasti dan penuh variabel bebas, seperti pergerakan nilai tukar mata uang asing. Savitri et al., (2022) juga menyimpulkan bahwa keunggulan Algoritma Genetika terletak pada kemampuan metode untuk menciptakan solusi optimal dari ruang kemungkinan yang sangat besar tanpa memerlukan formulasi matematis yang pasti. Oleh karena itu, perbandingan antara Pemrograman Linear dan Algoritma Genetika penting dilakukan untuk mengidentifikasi metode paling tepat dalam menentukan strategi transaksi yang optimal bagi perusahaan *money changer*.

Berdasarkan pengamatan dan analisis tentang masalah tersebut, peneliti melakukan riset mendalam dengan judul: **“Perbandingan Pemrograman Linear dan Algoritma Genetika dalam Evaluasi Strategi Penjualan untuk Meningkatkan Pendapatan *Money Changer*”**.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana penerapan Pemrograman Linear dan Algoritma Genetika dalam mengevaluasi strategi penjualan dan mengoptimalkan pendapatan pada perusahaan *money changer*?

2. Bagaimana perbandingan kinerja Pemrograman Linear dan Algoritma Genetika dalam mengevaluasi strategi penjualan dan mengoptimalkan pendapatan pada perusahaan *money changer*?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Terbatas pada jenis mata uang yang dianalisis yaitu jenis mata uang yang sering diperdagangkan (USD, AUD, EUR, JPY).
2. Data yang digunakan adalah transaksi harian dalam periode waktu 30 hari.
3. Metode yang digunakan adalah Pemrograman Linear dan Algoritma Genetika.
4. Aspek biaya operasional, pajak, dan faktor eksternal lainnya tidak diperhitungkan dalam pengolahan data.
5. Data yang digunakan merupakan data historis dan tidak mencakup prediksi nilai tukar di masa depan, sehingga solusi yang dihasilkan bersifat evaluatif.
6. Data yang digunakan hanya diambil dari kantor pusat.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui metode manakah yang paling efektif dalam mengevaluasi strategi penjualan dan mengoptimalkan keuntungan perusahaan *money changer*.

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan latar belakang dari penelitian ini, maka diharapkan agar penelitian ini dapat menambah pemahaman dan memberikan solusi kepada perusahaan dalam pengoptimalan pendapatan yang dilihat dari evaluasi strategi penjualan transaksi harian PT Bali Primadana Gemilang serta memberikan referensi penerapan pada kasus nyata usaha *Money Changer* maupun usaha sejenisnya.

1.6 Landasan Teori

1.6.1 Perdagangan Valuta Asing

1.6.1.1 Pengertian Valuta Asing

Valuta asing atau dalam bahasa asing dikenal dengan *foreign exchange (forex)* merupakan mata uang yang dikeluarkan sebagai alat pembayaran yang sah di negara lain (Zahwa et al., 2023). Dalam konteks perusahaan *money changer*, valuta asing menjadi objek utama transaksi, baik dalam bentuk pembelian maupun penjualan kepada *customer*. Nilai tukar valuta asing berubah-ubah setiap saat berdasarkan dinamika pasar global, sehingga strategi waktu transaksi sangat memengaruhi potensi keuntungan perusahaan (Pusat Statistik, 2015)

Tukar menukar mata uang asing antara satu mata uang asing dengan mata uang asing lain disebut dengan transaksi perdagangan valuta asing. Transaksi valuta asing dapat dilakukan oleh pemerintah, lembaga, perusahaan, investor, dan individu. Valuta asing ini biasa ditransaksikan oleh *money changer*, bank, atau tempat penukaran lain. Valuta asing ini juga menggunakan simbol dengan tiga digit huruf,

dengan dua digit pertama adalah nama negara dan digit ketiga adalah nama mata uang. Seperti IDR, ID adalah Indonesia, dan R adalah Rupiah (Sulhan, 2011).

Tabel 1. Simbol Mata Uang dan Negara

Simbol	Negara	Mata Uang
USD	United States	Dolar
AUD	Australia	Dolar
EUR	Eropa	Euro
GBP	Inggris	Poundstarling
CHF	Swiss	Franc Swiss
JPY	Jepang	Yen
SGD	Singapura	Dolar
CAD	Kanada	Dolar
MYR	Malaysia	Ringgit
NZD	New Zealand	Dolar
HKD	Hongkong	Dolar
CNY	China	Yuan
BND	Brunei	Dolar
SAR	Saudi Arabia	Rial
AED	Uni Emirat Arab	Dirham
THB	Thailand	Baht
PHP	Filipina	Peso
KRW	Korea	Won
INR	India	Rupee
NTD	Taiwan	Dolar Baru Taiwan

Sumber: (Sulhan, 2011)

1.6.1.2 Fungsi Valuta Asing

Zahwa et al. (2023) mendeskripsikan fungsi dari valuta asing itu antara lain:

1. Alat tukar internasional
Transaksi internasional tidak terbatas pada perdagangan barang saja, tetapi transaksi jasa antar negara juga. Misalnya, jika Indonesia ingin membeli barang

atau jasa dari negara lain, maka transaksi yang digunakan adalah dengan menggunakan valuta asing negara tersebut.

2. Alat pembayaran internasional
Valuta Asing sudah diakui sebagai alat pembayaran yang sah dan diakui oleh kedua negara yang terlibat dalam transaksi perdagangan internasional.
3. Alat pengendalian kurs
Pengendalian kurs akan diatur oleh pemerintah pada negara yang bersangkutan. Nilai kurs harus dikendalikan karena dapat bergerak secara fluktuatif.

1.6.1.3 Definisi dan Jenis Sistem Nilai Tukar

Buku Sistem dan Kebijakan Nilai Tukar karya Simorangkir & Suseno (2004) mendeskripsikan nilai tukar mata uang adalah harga satu unit mata uang asing dalam mata uang domestik atau harga mata uang domestik terhadap mata uang asing. Misalnya, nilai tukar rupiah terhadap Dollar Amerika Serikat (AS) adalah harga 1 Dollar AS dalam Rupiah (Rp), bisa juga diartikan sebaliknya yaitu harga Rp 1 terhadap 1 Dollar AS.

Zahwa et al. (2023) mengklaim terdapat tiga jenis kurs dalam dunia pertukaran mata uang antara lain:

1. Kurs Jual
Kurs ini digunakan oleh bank, pedagang valuta asing, atau *money changer* untuk menjual mata uang asing. Salah satu contoh dari penggunaan jenis nilai jual ini adalah saat menukarkan Rupiah dengan mata uang negara lain.
2. Kurs Beli
Pada jenis ini, nilai tukar biasa digunakan oleh pihak bank, pedagang valuta asing, atau *money changer* saat membeli mata uang asing menggunakan valuta lokal atau rupiah.
Dalam praktik jasa *money changer*, kurs beli dapat dibagi menjadi 3 yaitu harga kurs beli besar, sedang, dan kecil, namun tidak semua mata uang seperti itu. Contoh mata uang yang terdapat 3 macam kurs yaitu Cina, untuk mata uang pecahan besar 50 dan 100 harga 2.125 Rupiah, pecahan 5, 10, 20 harga 2.000 Rupiah sedangkan pecahan 1 harganya 1.500 Rupiah (Informasi PT Bali Primadana Gemilang).
3. Kurs Tengah
Nilai tukar yang berada di antara nilai tukar jual dan beli. Nilai tukar ini dapat diperoleh dengan menjumlahkan kurs jual dan beli kemudian hasilnya dibagi dua.

1.6.1.4 Money Changer

Money changer adalah tempat atau layanan yang menyediakan fasilitas penukaran mata uang asing ke mata uang lokal atau sebaliknya, yang secara resmi dikenal sebagai Penyelenggara Kegiatan Usaha Penukaran Valuta Asing Bukan Bank (KUPVA BB). Cara kerja *money changer* adalah dengan melakukan jual beli mata uang asing (valas) terhadap mata uang lokal (rupiah).

CIMB NIAGA (2024) mengklaim terdapat 3 jenis *money changer* berdasarkan kapasitas transaksi di Indonesia, berikut penjelasannya:

1. *Money Changer* Kecil

Money changer kecil adalah tempat penukaran mata uang asing yang hanya melayani nominal kecil yang berkisar antara jutaan hingga maksimal Rp100juta, biasanya terletak di pinggir jalan atau di pusat perbelanjaan kecil.

2. *Money Changer* Menengah

Tempat pertukaran mata uang asing dengan nominal antara seratus juta rupiah hingga satu miliar rupiah.

3. *Money Changer* Besar

Money changer besar diperuntukkan untuk pertukaran mata uang asing dengan nominal milyaran rupiah, biasanya terletak di dekat bank atau di kawasan bisnis.

1.6.1.5 Perbedaan *Money Changer* dan Pasar *Foreign Exchange*

Money changer dan pasar *forex* adalah dua istilah yang sering dikaitkan dengan transaksi mata uang asing. Terdapat beberapa perbedaan mendasar antara keduanya. *Money changer* adalah tempat yang menyediakan jasa perdagangan mata uang asing secara fisik. Sementara itu, pasar *forex* adalah pasar global yang memperdagangkan mata uang asing secara *online* dan tidak melibatkan fisik mata uang. Pasar *forex* juga lebih banyak digunakan untuk investasi mata uang (CIMB NIAGA, 2024).

1.6.1.6 Cara transaksi di *Money Changer*

Operasional transaksi penukaran mata uang asing di *money changer* dilakukan melalui prosedur yang bertujuan untuk memastikan keamanan, legalitas, dan kenyamanan bagi pelanggan. Terdapat beberapa tahapan yang umum dilakukan dalam proses penukaran uang di *money changer*.

1. Konsumen perlu memilih *money changer* yang terpercaya, yaitu yang telah memiliki izin resmi dari Bank Indonesia sebagai Penyelenggara Kegiatan Usaha Penukaran Valuta Asing Bukan Bank (KUPVA BB). Legalitas usaha dapat dibuktikan melalui dokumen izin yang ditampilkan di tempat usaha atau melalui verifikasi di situs resmi Bank Indonesia.
2. Sebelum melakukan transaksi, disarankan untuk memeriksa kurs mata uang yang berlaku. Setiap *money changer* menetapkan nilai kurs beli dan kurs jual yang bisa berbeda-beda. Oleh karena itu, konsumen disarankan untuk membandingkan kurs dari beberapa *money changer* untuk memperoleh nilai tukar yang paling menguntungkan dan menghindari adanya penipuan.
3. Konsumen harus menyiapkan uang yang akan ditukar dalam kondisi baik, tidak rusak, dan memenuhi syarat kelayakan. Selain itu, identitas diri seperti Kartu Tanda Penduduk (KTP) atau paspor biasanya diperlukan untuk prosedur administratif dan kepatuhan terhadap peraturan (CIMB NIAGA, 2024).

1.6.1.7 Studi Kasus

Dalam penelitian ini, peneliti mengambil studi kasus dari salah satu perusahaan *money changer* di Bali yaitu PT Bali Primadana Gemilang, peneliti melakukan

metode wawancara terkait pengambilan informasi. Perusahaan tersebut telah berdiri sejak 2011, memiliki beberapa cabang di Bali dan sudah memiliki izin dari Bank Indonesia. PT Bali Primadana Gemilang termasuk dalam jenis *money changer* menengah. Dalam praktiknya setiap transaksi pembelian yang dilakukan selalu menginput hari dan tanggal, mata uang, jumlah unit yang di beli, harga kurs jual, dan total dari uang tunai rupiah yang keluar dari transaksi tersebut, begitu pula dalam transaksi penjualan valuta asing. Setiap bulannya perusahaan memiliki data transaksi harian yang lengkap dan perhitungan pendapatan laba bersih. Penentuan harga kurs hariannya ditentukan oleh Afiliasi Pedagang Valuta Asing (APVA).

1.6.2 Optimasi

Optimasi merupakan suatu pendekatan normatif yang bertujuan untuk menemukan solusi terbaik dalam pengambilan keputusan terhadap suatu permasalahan (Rahman et al., 2024). Pendekatan ini penting karena mampu membantu proses pengambilan keputusan secara sistematis dan terukur. Optimasi tidak hanya terbatas pada satu bidang, melainkan dapat diterapkan di berbagai sektor seperti industri, arsitektur, data mining, transportasi, pertanian, hingga perdagangan, dengan tujuan akhir untuk mencapai efisiensi dan efektivitas dalam pelaksanaan suatu sistem.

Optimasi dapat diselesaikan menggunakan berbagai model matematis yang disesuaikan dengan karakteristik permasalahan. Beberapa model yang umum digunakan antara lain *Linear Programming*, *Integer Programming*, *Mathematical Programming*, dan *Mixed Integer Programming*. Optimasi juga dapat diartikan sebagai suatu upaya untuk mengoptimalkan sesuatu yang sudah ada ataupun untuk merancang sesuatu agar dapat berjalan secara optimal (Irawan & Rafsanjani, 2019). Laporan laba rugi digunakan untuk membandingkan antara pendapatan dan pengeluaran dalam menentukan kondisi untung atau rugi suatu usaha (Ardiyanti et al., 2024).

Keuntungan yang optimal sendiri tidak selalu berarti hasil yang terbesar, melainkan merupakan hasil terbaik yang diperoleh melalui langkah paling efisien dan efektif, baik dari segi waktu, biaya, maupun sumber daya lainnya. Ardiyanti et al. (2024) menemukan bahwa keuntungan optimum mengacu pada titik di mana suatu kondisi tercapai dengan cara yang paling menguntungkan secara keseluruhan.

1.6.3 Pemrograman Linear

Pemrograman Linear merupakan cara untuk menyelesaikan permasalahan sumber daya yang terbatas diantara beberapa aktivitas yang bersaing dengan cara yang mungkin untuk dilakukan. Pemrograman Linear adalah salah satu teknik pada riset operasi dalam mengalokasikan sumber daya yang langka untuk mencapai tujuan memaksimalkan keuntungan dan meminimumkan biaya. Pemrograman Linear didefinisikan sebagai permasalahan dalam memilih variabel riil untuk memaksimalkan atau meminimumkan fungsi tujuan dengan batasan linear pada variabel. Fungsi maksimum dan minimum disebut objektif. Program ini dapat melibatkan banyak parameter dengan nilai yang ditentukan oleh ahli (Tannady, 2017).

Optimasi dalam Pemrograman Linear adalah pendekatan matematika untuk menemukan solusi optimal suatu masalah, fungsi objektif dan kendala memiliki bentuk linear. Pemrograman Linear terdiri dari tiga komponen utama yaitu variabel keputusan, fungsi objektif, dan fungsi kendala (Nazry et al., 2025).

Bentuk umum optimasi Pemrograman Linear dapat dituliskan:

Fungsi objektif,

$$\max_x (c^T x) \quad (1.1)$$

dengan:

c = vektor koefisien keuntungan

x = variabel keputusan

$c^T x$ = hasil perkalian skalar, yang merupakan penjumlahan dari seluruh vektor yang dikalikan variabel keputusan

Fungsi kendala,

$$Ax \leq b, Ax \geq b, \text{ dan } Ax = b \quad (1.2)$$

dengan:

A = koefisien kendala

x = variabel keputusan

b = vektor kendala

$$x_{i,j} \geq 0 \quad \forall i, j \quad (1.3)$$

dengan:

i = indeks hari pembelian

j = indeks hari penjualan

x = variabel keputusan

(Bakri Siregar, S.Si., 2022)

Penyelesaian masalah pada Pemrograman Linear dapat dibagi menjadi dua, yaitu menggunakan metode manual dan metode komputasi. Metode manual menggunakan metode tabel transportasi untuk solusi awal, kemudian menggunakan Metode *Stepping Stone* atau MODI untuk mengoptimalkan. Sedangkan untuk Metode Komputasi dapat menggunakan perangkat lunak seperti: *Python (Pulp/OR-Tools)*, *Excel Solver*, dan *MATLAB* (Nazry et al., 2025).

Pada penelitian kali ini, peneliti menggunakan perangkat lunak *Python* untuk mencapai tujuan. Salah satu *library Python* dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah Pemrograman Linear adalah Solusi Pulp. Pulp adalah API (*Application Programming Interface*) Pemrograman Linear *Python* untuk mendefinisikan masalah dan memanggil solusi eksternal. PuLP dapat diinstal menggunakan pip. Berikut merupakan cara memanggil library PuLP:

```
# mengimport library PuLP
from pulp import LpMaximize, LpProblem, LpStatus, lpSum, LpVariable, value
```

Gambar 1.1 Kode *Python Library PuLP*.

Sumber: (Bakri Siregar, S.Si., 2022)

1.6.4 Algoritma Genetika

Algoritma Genetika merupakan algoritma yang mengimplementasikan pemikiran tentang evolusi alamiah pada upaya penyelesaian masalah (Khoirul L.M.A. et al., 2017). Selain itu Muharni et al. (2019) mendeskripsikan bahwa Algoritma Genetika juga memakai mekanisme seleksi alam dan ilmu genetika, sehingga istilah-istilah yang digunakan dalam Algoritma Genetika bersesuaian dengan istilah pada seleksi alam dan ilmu genetika. Jenis algoritma ini secara bersamaan mengevaluasi banyak titik di ruang pencarian, lebih mungkin untuk menemukan solusi global dari masalah yang diberikan. (Sumarta et al., 2016).

David Golberg adalah orang yang pertama sekali yang memperkenalkan siklus Algoritma Genetika, siklus dimulai dengan membangkitkan sejumlah individu sebagai populasi awal secara random kemudian setiap individu dihitung nilai *fitness*-nya. Proses selanjutnya adalah menyeleksi individu yang memiliki nilai *fitness* paling baik. Kromosom-kromosom yang terpilih akan dilanjutkan ke proses selanjutnya yaitu proses reproduksi yang dikenal dengan proses *crossover*, kromosom yang dihasilkan dari proses *crossover* akan dilanjutkan ke proses berikutnya yaitu proses mutasi. Pada proses mutasi akan dilakukan penggantian gen yang kurang baik dengan gen yang dianggap baik, kromosom yang dihasilkan dari proses mutasi ini nantinya yang akan menjadi generasi baru (*offspring*), sehingga terbentuklah sebuah populasi baru. Pada setiap generasi, kromosom akan dievaluasi berdasarkan suatu fungsi evaluasi (Goldberg, D.E. and Richardson, 1987). Populasi baru yang telah dihasilkan akan mengalami siklus yang sama dengan populasi sebelumnya, demikian prosesnya berlangsung secara terus-menerus hingga generasi ke-*n* yaitu menghasilkan generasi yang sesuai dengan harapan (Desiana, 2016).

1. Inisialisasi populasi awal

Inisialisasi kromosom merupakan langkah awal dalam Algoritma Genetika untuk menghasilkan solusi yang optimal. Langkah ini melibatkan pembentukan populasi awal yang terdiri dari kumpulan individu yang dihasilkan secara acak. Setiap individu dapat dianggap sebagai kromosom yang terdiri dari kumpulan gen seperti:

$$(Kromosom = [Variabel\ Populasi, misal\ a, b, c, d]) \quad (1.5)$$

Proses inisialisasi dilakukan dengan memberikan nilai awal pada gen-gen tersebut menggunakan nilai acak, yang sesuai dengan batasan yang telah ditentukan sebelumnya (Damanik, 2020).

2. Menghitung nilai *fitness*

$$Fitness_i = Profit_i$$

dengan indeks i merupakan hari beli, sehingga *fitness*nya merupakan profit terhadap hari beli ke- i

Perhitungan nilai *fitness* bertujuan untuk menilai kualitas setiap kromosom berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan. Fungsi *fitness* setiap kromosom, yang menggambarkan seberapa baik kromosom tersebut memenuhi kebutuhan atau tujuan yang diinginkan (Hasibuan & Cipta, 2024). Kromosom dengan *fitness* yang lebih tinggi dianggap lebih baik dan lebih layak untuk dipilih. Selanjutnya, berdasarkan *fitness* tersebut, dilakukan penentuan nilai fungsi probabilitas yang digunakan dalam proses seleksi untuk menentukan peluang pemilihan kromosom yang akan menjadi induk dalam proses reproduksi berikutnya (Imanda et al., 2025).

3. Seleksi Kromosom

Pada tahap seleksi kromosom, Algoritma Genetika menggunakan metode roulette wheel, di mana setiap individu diberi peluang untuk dipilih berdasarkan nilai kebugaran (*fitness*) mereka. Semakin tinggi nilai kebugaran, semakin besar peluang individu untuk dipilih. Proses dimulai dengan menghitung total nilai kebugaran seluruh individu, kemudian menghitung probabilitas seleksi (1.8) dan kumulatif (1.11) untuk masing-masing kromosom dengan formula sebagai berikut:

$$P_i = \frac{Fitness\ i}{Total\ Fitness} \quad (1.8)$$

$$C_1 = P_1 \quad (1.9)$$

$$C_1 = P_1 + P_2 \quad (1.10)$$

$$C_n = P_1 + P_2 + \dots + P_n \quad (1.11)$$

dengan:

P_i = Probabilitas terhadap hari ke- i

C = batas interval diantara $[0,1]$ yang digunakan untuk memilih induk yang terpilih untuk proses selanjutnya

Setiap kromosom akan memiliki interval jatah berdasarkan probabilitas tersebut. Setelah itu, angka acak dihasilkan dan kromosom yang sesuai dengan interval angka acak tersebut dipilih sebagai induk untuk generasi. Bilangan acak yang dipilih dituliskan dengan r dengan interval $[0,1]$ (Imanda et al., 2025).

4. Crossover

Crossover atau proses perkawinan silang yaitu untuk mencari nilai-nilai baru. Menggabungkan dua kromosom atau lebih agar menjadi kromosom baru. Sebuah kromosom yang mengarah pada solusi baik dapat diperoleh melalui proses *crossover*. *Crossover* bertujuan untuk menambah keanekaragaman string di satu

populasi dengan penyilangan antara string yang didapatkan dari reproduksi sebelumnya. Hasil *crossover* dari 2 kromosom induk selanjutnya akan menghasilkan 2 *offspring*, oleh karena itu, jumlah populasi bertambah 2 kali dari jumlah populasi awal (Pane et al., 2019).

5. Mutasi

Memilih kromosom yang akan dimutasi secara acak, dan kemudian menentukan titik mutasi pada kromosom tersebut secara acak pula. Jumlah banyaknya kromosom yang akan dilakukan mutasi dihitung berdasarkan probabilitas mutasi yang telah ditentukan terlebih dahulu. Apabila probabilitas mutasi mencapai 100% jadi semua kromosom yang ada pada populasi akan mengalami mutasi (Pane et al., 2019).

1.6.5 Python

Python adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi yang dirancang untuk menyederhanakan pengembangan perangkat lunak dengan sintaks yang mudah dipahami dan efisien. Bahasa ini mendukung berbagai gaya pemrograman, seperti pemrograman berorientasi objek dan fungsional, yang memberikan fleksibilitas untuk mengembangkan aplikasi dari yang kecil hingga besar. (Sharma et al., 2020).

Dalam penelitian ini, *Python* digunakan untuk analisis data dan implementasi algoritma optimasi, seperti Algoritma Genetika dan Pemrograman Linear. Selain itu peneliti menggunakan *Python* untuk membuat grafik frekuensi transaksi, total unit yang diperdagangkan, dan total nilai transaksi dalam rupiah terhadap data asli perusahaan, serta menghitung pendapatan asli perusahaan sebelum pengolahan data.

BAB II

METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis komparatif yaitu melakukan percobaan terhadap dua metode (Pemrograman Linear dan Algoritma Genetika), kemudian membandingkan keduanya untuk menyelesaikan permasalahan yang sama yaitu mengevaluasi strategi penjualan dan mengoptimalkan keuntungan pada perusahaan *money changer* (Studi Kasus: PT Bali Primadana Gemilang).

2.2 Data Penelitian

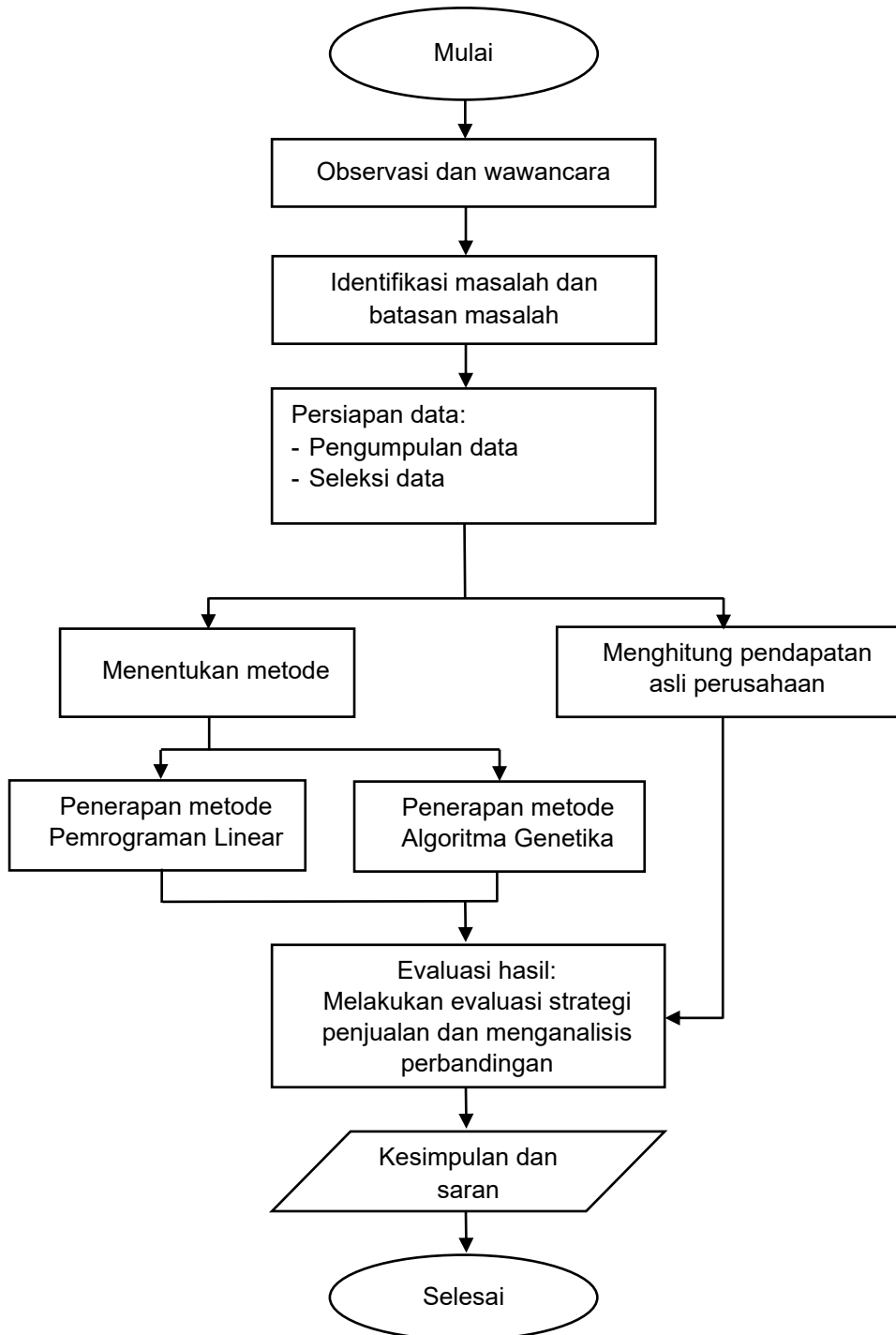
Penelitian ini menggunakan data yang diambil dari suatu perusahaan *money changer* dalam bentuk transaksi harian terdiri dari tanggal pembelian dan penjualan, harga beli dan jual, serta jumlah unit yang dibeli dan dijual selama 30 hari.

2.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Melakukan identifikasi masalah dengan melakukan observasi dan wawancara di PT Bali Primadana Gemilang.
2. Mengidentifikasi masalah dan menentukan batasan masalah.
3. Melakukan pengumpulan dan seleksi data sesuai dengan batasan masalah.
4. Menentukan metode yang digunakan untuk perbandingan dan pengoptimasian.
5. Menentukan formulasi fungsi tujuan, fungsi kendala dan batasan dari kedua metode.
6. Menghitung pendapatan asli perusahaan.
7. Melakukan perhitungan sederhana dan pembuatan program menggunakan *python* untuk menentukan solusi optimal terhadap strategi waktu penjualan.
8. Evaluasi strategi penjualan.
9. Evaluasi hasil dengan membandingkan kedua metode.
10. Menarik kesimpulan dari hasil yang diperoleh berdasarkan tujuan penelitian.

2.4 Diagram Alir Penelitian



Gambar 2.1 Diagram Alir Penelitian

BAB III

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

3.1.1 Deskripsi Data

Penelitian ini menggunakan data historis transaksi harian valuta asing dari perusahaan *money changer* yaitu PT Bali Primadana Gemilang. Data yang diperoleh terdiri dari transaksi pembelian dan penjualan untuk setiap hari dalam satu bulan, peneliti mengambil data pada bulan Januari 2024. Total terdapat 62 lembar data (data yang tertera pada lampiran merupakan data yang sudah dirapikan), masing-masing mewakili satu jenis transaksi per hari, yaitu 31 lembar transaksi pembelian dan 31 lembar transaksi penjualan. Setiap lembar data mencatat informasi penting seperti tanggal transaksi, jenis mata uang, jumlah unit valuta yang diperdagangkan, nilai kurs (*exchange rate*), dan total nilai transaksi dalam satuan rupiah.

Adapun jenis mata uang yang tercatat dalam data meliputi berbagai jenis mata uang. Namun dalam penelitian ini, penulis membatasi fokus analisis hanya pada empat jenis mata uang asing, yaitu Dollar Amerika Serikat (USD), Dollar Australia (AUD), Yen Jepang (JPY), dan Euro (EUR). Keempat mata uang ini dipilih berdasarkan frekuensi dan volume transaksi yang paling dominan dibandingkan mata uang lainnya. Pemilihan ini bertujuan untuk memastikan akurasi dan efisiensi analisis dalam mengkaji strategi optimal penjualan valuta asing, mengingat tingginya perputaran transaksi pada empat mata uang tersebut. Pemilihan ini bukan dilakukan secara acak, melainkan didasarkan pada hasil analisis frekuensi dan volume transaksi selama periode observasi. Berdasarkan rekapitulasi data, keempat mata uang tersebut merupakan yang paling dominan dalam hal:

1. Frekuensi transaksi (jumlah baris data)
2. Total unit yang diperdagangkan
3. Total nilai transaksi dalam rupiah

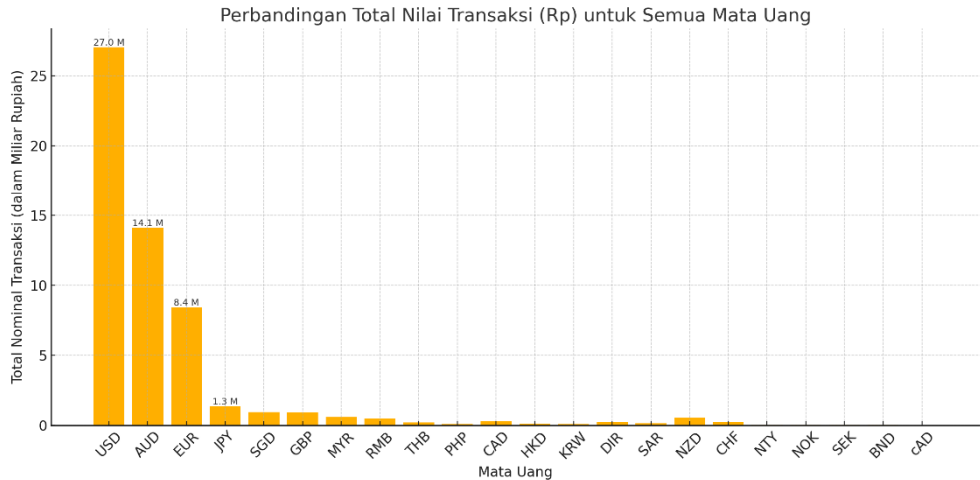
Berikut merupakan ringkasan tabel dari data yang diperoleh selama satu bulan:

Tabel 2. Ringkasan Data Frekuensi, Total Unit dan Nominal Transaksi

Mata Uang	Frekuensi Transaksi	Total Unit	Total Nominal (Rp)
USD	1,225	1,736,854	Rp 27,030,250,300
AUD	566	1,362,710	Rp 14,114,929,925
EUR	350	496,450	Rp 8,435,685,700
JPY	189	12,514,000	Rp 1,338,186,550
SGD	187	80,270	Rp 941,398,200
GBP	163	45,675	Rp 900,631,650
MYR	162	176,413	Rp 586,495,765
NZD	39	53,860	Rp 513,346,725
RMB	138	211,593	Rp 453,532,368
CAD	56	24,540	Rp 282,947,125
CHF	29	12,960	Rp 234,828,500

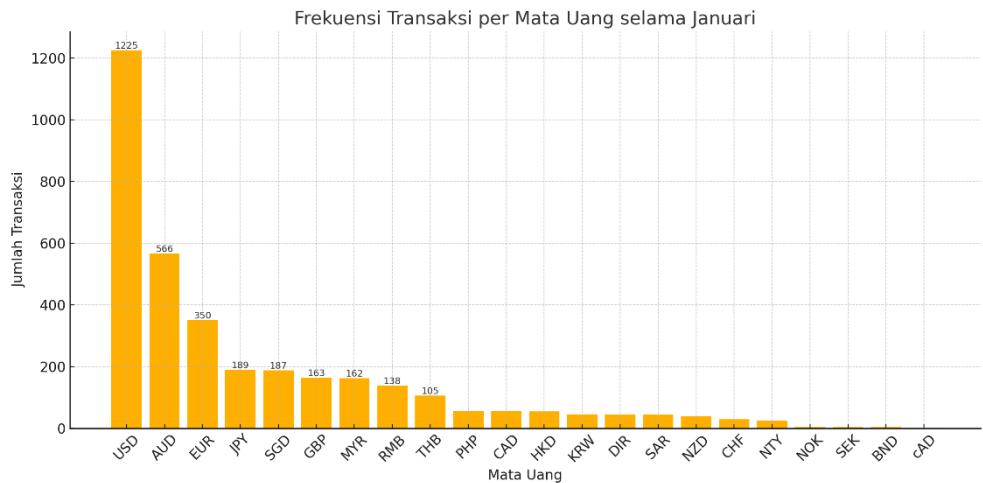
Mata Uang	Frekuensi Transaksi	Total Unit	Total Nominal (Rp)
DIR	44	53,055	Rp 217,838,670
THB	105	404,570	Rp 182,712,050
SAR	44	34,358	Rp 142,940,240
HKD	54	57,070	Rp 112,539,100
PHP	56	321,820	Rp 83,362,775
KRW	45	5,944,000	Rp 68,566,850
NTY	24	58,300	Rp 28,402,500
BND	4	1,004	Rp 11,687,010
NOK	4	6,200	Rp 8,190,300
SEK	4	1,600	Rp 2,098,000
CAD	1	40	Rp 466,400
RMB	138	211,593	Rp 453,532,368
CAD	56	24,540	Rp 282,947,125

Sumber: Data Perusahaan, PT Bali Primadana Gemilang
Berikut merupakan grafik dari ringkasan data:



Gambar 3.1 Grafik Perbandingan Total Transaksi

Grafik di atas menyajikan perbandingan total nilai transaksi dalam Rupiah (dalam miliar) untuk seluruh mata uang yang tercatat selama periode penelitian. Dari visualisasi tersebut terlihat bahwa USD, AUD, EUR, dan JPY mendominasi secara signifikan dibandingkan dengan mata uang lainnya.



Gambar 3.2 Grafik Frekuensi Transaksi

Grafik di atas menyajikan frekuensi transaksi per mata uang untuk seluruh mata uang yang tercatat selama periode penelitian. Dari visualisasi tersebut terlihat bahwa USD, AUD, dan EUR mendominasi secara signifikan dibandingkan dengan mata uang lainnya, meskipun JPY tidak terlalu mendominasi namun tetap lebih tinggi dibanding mata uang lainnya.



Gambar 3.3 Grafik Total Unit yang Diperdagangkan

Grafik di atas menunjukkan total unit yang diperdagangkan untuk masing-masing mata uang. Mata uang Yen Jepang (JPY) memiliki jumlah unit terbesar yang diperdagangkan, yaitu lebih dari 12 juta unit. Hal ini wajar mengingat denominasi JPY yang relatif kecil dibandingkan mata uang lainnya, sehingga nilai nominalnya setara dengan unit yang jauh lebih besar. Mata uang Dollar Amerika Serikat (USD) dan Dollar Australia (AUD) juga mencatatkan jumlah unit transaksi yang cukup signifikan,

masing-masing lebih dari 1,3 juta unit. Sementara itu, Euro (EUR) berada pada posisi keempat dengan total unit sekitar 496 ribu. Pola ini menunjukkan bahwa keempat mata uang tersebut tidak hanya mendominasi dari sisi nilai transaksi dalam Rupiah, tetapi juga dari sisi kuantitas unit yang diperdagangkan (Data perusahaan, Januari 2024).

Secara keseluruhan, ketiga grafik tersebut memberikan gambaran menyeluruh yang sangat berguna dalam menyusun strategi penjualan valuta asing. Pemilihan waktu penjualan yang tepat, alokasi modal harian, serta fokus pada mata uang bernilai tinggi dengan frekuensi tinggi dapat dijadikan dasar untuk membangun model optimasi penjualan.

3.1.2 Implementasi Program

Untuk memeriksa perbandingan metode Pemrograman Linear dan Algoritma Genetika digunakan program yang dibuat menggunakan *Google Colab* dan dijalankan pada laptop *Acer-NECK Windows 11 Home Single Language 64-bit (10.0, Build 26100)*. Program digunakan untuk menentukan hari seberapa penjualan yang terbaik dan paling optimal dalam mengoptimalisasi pendapatan dan mengevaluasi strategi penjualan dengan membatasi hal hal berikut:

- 1. Modal harian, modal ditentukan sebanyak 1 Miliar Rupiah.
- 2. Penentuan penjualan setiap 7 hari, dalam program dijalankan 4 bagian yang berarti komputasi pencarian hari yang optimal dilakukan 7 hari sekali selama 1 bulan.
- 3. Penjualan tidak dilakukan di hari Sabtu, Minggu, dan libur.

3.1.2.1 Implementasi Pemrograman Linear

Menentukan variabel keputusan, fungsi objektif, dan fungsi kendala:

a. Variabel Keputusan

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{transaksi pembelian hari ke } i \text{ dijual di hari ke } j \\ 0, & \text{jika tidak dilakukan penjualan pada hari ke } j \end{cases} \tag{3.1}$$

dengan:

$$i: \text{Hari Beli} = \{1, 2, 3, \dots, 30\} \tag{3.2}$$

$$j: \text{Hari Jual} = i + 1, i + 2, \dots, \min(i + 6, 30) \tag{3.3}$$

Tabel 3. Tabel Variabel Keputusan

Hari Beli (i)	Hari Jual ke-1 (i+1)	Hari Jual ke-1 (i+2)	Hari Jual ke-1 (i+3)	Hari Jual ke-1 (i+4)	Hari Jual ke-1 (i+5)	Hari Jual ke-1 (i+6)
1	$x_{1,2}$	$x_{1,3}$	$x_{1,4}$	$x_{1,5}$	$x_{1,6}$	$x_{1,7}$
2	$x_{2,3}$	$x_{2,4}$	$x_{2,5}$	$x_{2,6}$	$x_{2,7}$	$x_{2,8}$
3	$x_{3,4}$	$x_{3,5}$	$x_{3,6}$	$x_{3,7}$	$x_{3,8}$	$x_{3,9}$
4	$x_{4,5}$	$x_{4,6}$	$x_{4,7}$	$x_{4,8}$	$x_{4,9}$	$x_{4,10}$
5	$x_{5,6}$	$x_{5,7}$	$x_{5,8}$	$x_{5,9}$	$x_{5,10}$	$x_{5,11}$
...	...	...	...	...	...	...

b. Fungsi Objektif

Fungsi objektif untuk memaksimumkan keuntungan akan melibatkan semua mata uang (USD, AUD, EUR, JPY) sehingga perlu menjumlahkan keuntungan dari semua transaksi jual beli untuk setiap mata uang, hari beli, dan hari jual.

$$Max \ c^T x = Max \sum_{k \in \text{mata uang}} \sum_{i=1}^{30} \sum_{j=i+1}^{\min(i+30)} (H_j - B_i) \times U_i \times x_{ij} \quad (3.4)$$

dengan:

$$c^T = (H_j - B_i) \times U_i$$

H_j = rata-rata harga jual mata uang di hari ke-j

B_i = rata-rata harga beli mata uang di hari ke-i

U_i = total unit yang dibeli pada hari ke-i

x_{ij} = variabel keputusan biner (0 atau 1)

c. Kendala

Kendala 1: Setiap transaksi pembelian hanya boleh dijual maksimal sekali.

$$\sum_{j=i+1}^{\min(i+6,30)} x(i,j) \leq 1 \quad \forall i \in \{1,2, \dots, 30\} \quad (3.5)$$

Kendala 2: Modal total yang digunakan untuk seluruh transaksi dalam satu hari tidak boleh melebihi Rp1.000.000.000.

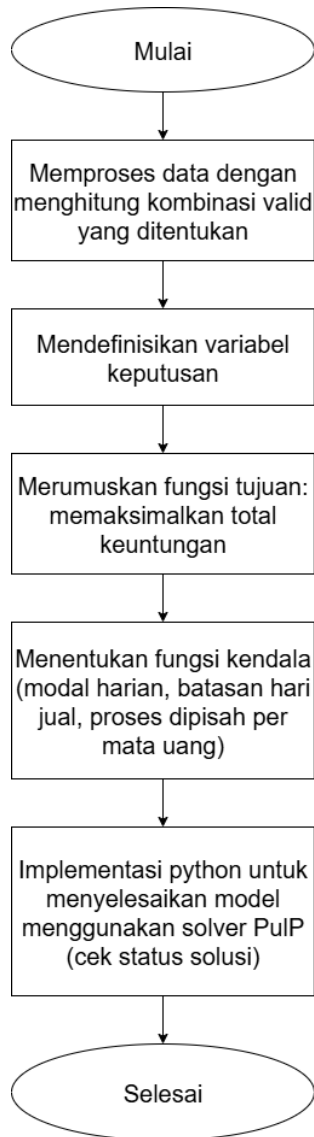
Untuk setiap hari d, semua pembelian dari hari sebelumnya yang belum dijual pada hari d dihitung sebagai modal yang masih terpakai

$$\sum_{i=1}^d \sum_{\substack{j=i+1 \\ j > d}}^{\min(i+6,30)} B_i \cdot U_i \cdot x_{ij} \leq 1.000.000.000 \quad \forall d \in \{1,2, \dots, 30\} \quad (3.6)$$

Kendala 3: Hanya boleh bernilai 0 atau 1, menunjukkan apakah transaksi dijual atau tidak.

$$x_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall i,j \quad (3.7)$$

Diagram alir dari program metode Pemrograman Linear:



Gambar 3. 4 Diagram Alir Metode Pemrograman Linear

Contoh 3.1 Penerapan Sederhana Metode Pemrograman Linear

Tabel 4. Contoh Data Sederhana untuk Pemrograman Linear

Hari Beli	Harga Beli	Jumlah Unit yang Dibeli	Harga Jual
1	15.000	100	15.200
2	15.050	150	15.250
3	15.100	200	15.230
4	15.120	100	15.240
5	15.150	250	15.270

a. Variabel Keputusan $x_{i,j}$

Ditentukan batasan waktu jual maksimal 2 hari setelah hari beli, maka variabel keputusan yang mungkin:

$$x_{1,2}, x_{1,3}, x_{2,3}, x_{2,4}, x_{3,4}, x_{3,5}, x_{4,5}$$

b. Fungsi Objektif

$$\max c^T x = \sum_{(i,j)} (H_j - B_i) \cdot U_i \cdot x_{ij}$$

substitusi nilai:

$$\begin{aligned} Z = & (15.250 - 15.000) \cdot 100 \cdot x_{1,2} + (15.230 - 15.000) \cdot 100 \cdot x_{1,3} + (15.230 \\ & - 15.050) \cdot 150 \cdot x_{2,3} + (15.240 - 15.050) \cdot 150 \cdot x_{2,4} + (15.240 \\ & - 15.100) \cdot 200 \cdot x_{3,4} + (15.270 - 15.100) \cdot 200 \cdot x_{3,5} + (15.270 \\ & - 15.120) \cdot 100 \cdot x_{4,5} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow Z = 25.000x_{1,2} + 23.000x_{1,3} + 27.000x_{2,3} + 28.500x_{2,4} + 28.000x_{3,4} + 34.000x_{3,5} + 15.000x_{4,5}$$

c. Kendala

Kendala 1: Maksimal penjualan sekali untuk setiap hari beli:

$$\begin{aligned} x_{1,2} + x_{1,3} &\leq 1 \\ x_{2,3} + x_{2,4} &\leq 1 \\ x_{3,4} + x_{3,5} &\leq 1 \\ x_{4,5} &\leq 1 \end{aligned}$$

Kendala 2:

Ditentukan bahwa modal harian $M = 5.000.000$

1. Untuk hari ke-1

$$\begin{aligned} 15.100 \cdot 100 \cdot (x_{1,2} + x_{1,3}) &\leq 5.000.000 \\ \Rightarrow 1.500.000 \cdot (x_{1,2} + x_{1,3}) &\leq 5.000.000 \end{aligned}$$

2. Untuk hari ke-2
 $1.500.000 \cdot x_{1,3} + 15.050 \cdot 150 \cdot (x_{2,3} + x_{2,4}) \leq 5.000.000$
 $\Rightarrow 1.500.000x_{1,3} + 2.257.500(x_{2,3} + x_{2,4}) \leq 5.000.000$
3. Untuk hari ke-3
 $2.257.500 \cdot x_{2,4} + 15.100 \cdot 200 \cdot (x_{3,4} + x_{3,5}) \leq 5.000.000$
 $\Rightarrow 2.257.500 \cdot x_{2,4} + 3.020.000(x_{3,4} + x_{3,5}) \leq 5.000.000$
4. Untuk hari ke-4
 $3.020.000 \cdot x_{3,5} + 15.120 \cdot 100x_{4,5} \leq 5.000.000$
 $\Rightarrow 3.020.000 \cdot x_{3,5} + 1.512.000x_{4,5} \leq 5.000.000$
5. Untuk hari ke-5
 Tidak ada $j > 5 \Rightarrow 0 \leq 5.000.000$

Kendala 3: Batasan domain

$$x_{i,j} \in \{0,1\}, \quad \forall(i,j)$$

3.1.2.1 Implementasi Algoritma Genetika

Implementasi program ditulis menggunakan bahasa pemrograman *Python*, dan dikembangkan dalam platform *Google Colab*.

1. Representasi Solusi (Kromosom)

Setiap individu dalam populasi direpresentasikan sebagai kromosom yang terdiri dari sejumlah gen, di mana setiap gen merepresentasikan hari keberapa unit valuta asing dijual kembali. Kromosom bersifat multi-mata uang, sehingga setiap individu terdiri dari empat bagian (satu untuk masing-masing mata uang), dan setiap bagian berisi 30 angka yang merepresentasikan hari jual untuk setiap transaksi beli harian.

2. Inisialisasi Populasi

Populasi awal dibentuk secara acak sebanyak 100 individu, dengan ketentuan bahwa setiap hari jual harus:

- a. Lebih besar dari hari beli
- b. Tidak berada pada hari Sabtu, Minggu, dan libur (mengacu pada *invalid sell days*)

Jika tidak ditemukan hari jual yang valid, maka *fallback* dilakukan ke hari terdekat yang tersedia. Batas penundaan jual maksimum ditentukan dengan parameter $MAX_LAG = 6$ hari.

3. Fungsi *Fitness*

Evaluasi terhadap setiap solusi dilakukan menggunakan fungsi *fitness* berupa total keuntungan bersih perusahaan. Evaluasi dilakukan dengan pembatasan modal harian sebesar Rp1.000.000.000. Untuk setiap transaksi, algoritma akan terlebih dahulu mengecek apakah nilai pembelian masih dalam batas modal per hari. Jika tidak, transaksi tersebut diabaikan.

4. Seleksi Individu

Proses seleksi dilakukan secara elitisme dan semi-stokastik. Sepuluh individu terbaik dari generasi sebelumnya langsung dilestarikan tanpa perubahan. Sisanya dipilih secara acak dari 50 individu teratas untuk menjadi pasangan *crossover*. Meskipun tidak secara eksplisit menggunakan *roulette wheel selection*, pendekatan ini tetap berbasis pada prinsip probabilitas *fitness* (individu dengan nilai *fitness* tinggi lebih besar peluang terpilih).

5. Crossover (Persilangan)

Setiap pasangan individu yang terpilih akan mengalami proses *crossover* dengan sistem blok, yaitu dengan menukar sebagian segmen gen (BLOCK_SIZE= 7) dari kedua induk. *Crossover* ini dijalankan secara deterministik (probabilitas 100%) untuk mendorong eksplorasi maksimal terhadap ruang solusi. Proses *crossover* juga memerhatikan validitas hari jual dan melakukan perbaikan otomatis jika diperlukan.

6. Mutasi

Mutasi dilakukan secara acak terhadap setiap gen dengan probabilitas mutasi (mutation rate) sebesar 0.1 (10%). Jika terjadi mutasi, hari jual dari suatu gen akan diganti dengan hari baru yang valid, dengan tetap mematuhi batas waktu maksimum (MAX_LAG) dan larangan jual di akhir pekan. Mutasi ini bertujuan menjaga keberagaman populasi dan mencegah terjadinya *premature convergence*.

7. Evolusi Generasi

Algoritma dijalankan selama 500 generasi, setiap generasi terdiri dari proses:

- a. Evaluasi *fitness* seluruh individu
- b. Seleksi individu terbaik
- c. Proses *crossover* dan mutasi
- d. Pembentukan generasi baru

pada akhir iterasi, individu dengan nilai *fitness* tertinggi dipilih sebagai solusi optimal.

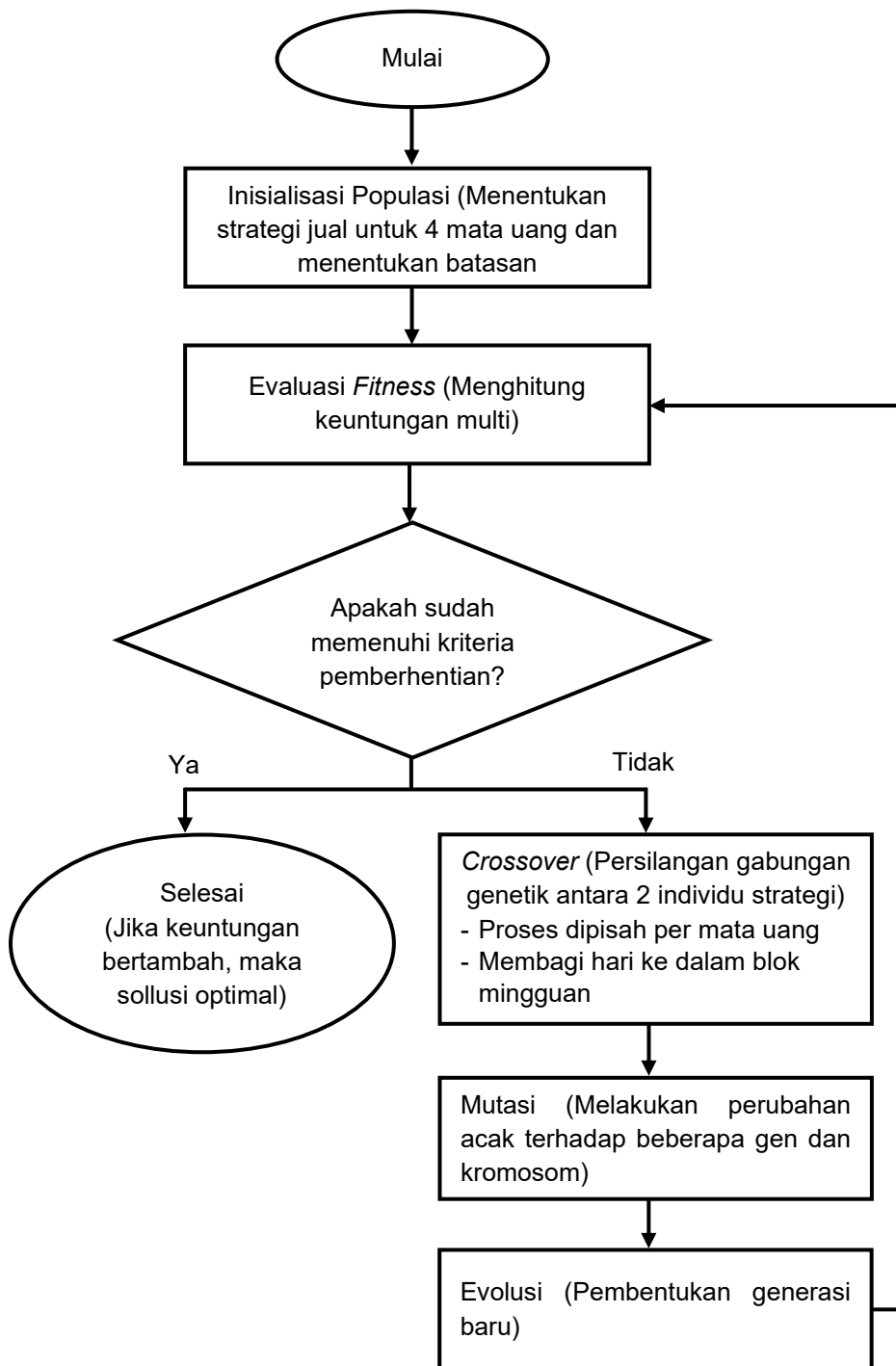
8. Pembatasan Hari Libur dan Validasi Bisnis

Penelitian ini juga memperhatikan aspek operasional perusahaan, seperti tidak dilakukannya transaksi jual pada hari Sabtu dan Minggu. Validasi ini dilakukan pada setiap tahap (inisialisasi, *crossover*, mutasi) untuk memastikan strategi yang dihasilkan tetap *feasible* secara bisnis.

9. Output Program

Program akan menampilkan strategi terbaik berupa urutan hari jual untuk masing-masing hari beli dan masing-masing mata uang, serta total keuntungan bersih yang dihasilkan dari strategi tersebut.

Diagram alir dari program metode Algoritma Genetika:



Gambar 3.5 Diagram Alir Metode Algoritma Genetika

Contoh 3.2 Penerapan Sederhana Metode Algoritma Genetika

Tabel 5. Contoh Data Sederhana untuk Algoritma Genetika

Hari Beli	Harga Beli	Jumlah Unit yang Dibeli	Harga Jual
1	15.000	100	15.200
2	15.050	150	15.250
3	15.100	200	15.230
4	15.120	100	15.240
5	15.150	250	15.270

1. Menentukan kendala, data himpunan hari jual valid, dan profit dari data valid
 Kendala: $j > i$ dan $j \leq i + 2$
 dengan j = hari jual, dan i = hari beli
 dari kendala tersebut maka data himpunan hari jual valid sebagai berikut:
 - a. $i = 1 \rightarrow j = \{2,3\}$
 - b. $i = 2 \rightarrow j = \{3,4\}$
 - c. $i = 3 \rightarrow j = \{4,5\}$
 - d. $i = 4 \rightarrow j = \{5\}$
 - e. $i = 5 \rightarrow j = \{ \}$ (tidak memiliki hari jual valid, karna data hanya sampai hari ke-5)

sehingga dapat dihitung profit dari data himpunan valid yang telah ditetapkan sebagai berikut:

- a. untuk $i = 1, j = 2$
 $\Rightarrow (15.250 \cdot 100) \times (15.000 \cdot 100)$
 $\Rightarrow 1.525.000 - 1.500.000 = 25.000$
- b. untuk $i = 1, j = 3$
 $\Rightarrow (15.230 \cdot 100) \times (15.000 \cdot 100)$
 $\Rightarrow 1.523.000 - 1.500.000 = 23.000$
- c. untuk $i = 2, j = 3$
 $\Rightarrow (15.230 \cdot 150) \times (15.050 \cdot 150)$
 $\Rightarrow 2.284.500 - 2.257.500 = 27.000$
- d. untuk $i = 2, j = 4$
 $\Rightarrow (15.240 \cdot 150) \times (15.050 \cdot 150)$
 $\Rightarrow 2.286.000 - 2.257.500 = 28.500$
- e. untuk $i = 3, j = 4$
 $\Rightarrow (15.240 \cdot 200) \times (15.100 \cdot 200)$
 $\Rightarrow 3.048.000 - 3.020.000 = 28.000$
- f. untuk $i = 3, j = 5$
 $\Rightarrow (15.270 \cdot 200) \times (15.100 \cdot 200)$

$$\Rightarrow 3.054.000 - 3.020.000 = 34.000$$

g. untuk $i = 4, j = 5$

$$\Rightarrow (15.270 \cdot 100) \times (15.120 \cdot 100)$$

$$\Rightarrow 1.527.000 - 1.512.000 = 15.000$$

2. Inisialisasi Populasi

Kromosom = j_1, j_2, j_3, j_4, j_5

Kromosom ditentukan dengan acak dan menghasilkan kromosom sebagai berikut:

$$K_1 = [2, 4, 5, 5, 0] \rightarrow \text{Profit} = 25.000 + 28.500 + 34.000 + 15.000 = 102.500$$

$$K_2 = [3, 3, 4, 5, 0] \rightarrow \text{Profit} = 23.000 + 27.000 + 28.000 + 15.000 = 93.000$$

$$K_3 = [2, 3, 4, 5, 0] \rightarrow \text{Profit} = 25.000 + 27.000 + 28.000 + 15.000 = 95.000$$

$$K_4 = [3, 4, 5, 5, 0] \rightarrow \text{Profit} = 23.000 + 28.500 + 34.000 + 15.000 = 100.500$$

dalam penelitian ini memiliki tujuan memaksimumkan pendapatan maka pada iterasi pertama akan dipakai total profit dari setiap kromosom sebagai *fitness*.

$$\text{Total fitness} = 102.500 + 93.000 + 95.000 + 100.500 = 391.000$$

3. Seleksi menggunakan Metode *Roulette Wheel Selection*

Perhitungan probabilitas dirumuskan sebagai berikut:

$$P_i = \frac{\text{Fitness } i}{\text{Total Fitness}}$$

$$\text{a. } P_1 = \frac{102.500}{391.000} \approx 0,2622 \rightarrow C_1 = 0,2622$$

$$\text{b. } P_2 = \frac{93.000}{391.000} \approx 0,2379 \rightarrow C_2 = 0,5000$$

$$\text{c. } P_3 = \frac{95.000}{391.000} \approx 0,2430 \rightarrow C_3 = 0,7430$$

$$\text{d. } P_4 = \frac{100.500}{391.000} \approx 0,2571 \rightarrow C_4 = 1,0000$$

ambil 2 angka acak untuk memilih induk yang akan dicrossover dengan $r \in [0,1]$

$$\text{a. } r_1 = 0,61 \rightarrow \text{jatuh di } (C_2, C_3] \Rightarrow \text{pilih } K_3$$

$$\text{b. } r_2 = 0,18 \rightarrow \leq C_1 \Rightarrow \text{pilih } K_1$$

maka dari itu, induk yang terpilih dan selanjutnya akan dicrossover sebagai berikut:

$$\text{a. } \text{Induk}_1 = K_3 = [2, 3, 4, 5, 0]$$

$$\text{b. } \text{Induk}_2 = K_1 = [2, 4, 5, 5, 0]$$

4. Crossover

Pada proses *crossover* akan disilangkan 2 induk yang terpilih dan kemudian menghasilkan anak dari proses persilangan tersebut. Proses persilangan dilakukan dengan menyilangkan 2 angka pertama (*head*) dari Induk_1 dan 3 angka terakhir (*tail*) dari Induk_2 serta sebaliknya.

Anak yang dihasilkan sebagai berikut:

$$\text{a. } \text{Anak}_1 = K_3 = \text{head}(K_3) + \text{tail}(K_1) = [2, 3] + [5, 5, 0] = [2, 3, 5, 5, 0]$$

$$\text{b. } \text{Anak}_2 = K_1 = \text{head}(K_1) + \text{tail}(K_3) = [2, 4] + [4, 5, 0] = [2, 4, 4, 5, 0]$$

sebelum menghitung profit dari anak baru, akan dilakukan pengecekan validalitas terhadap kendala

- a. Untuk $i = [1, 2, 3, 4, 5]$ dan $j = [2, 3, 5, 5, 0]$ berlaku kendala $j > i$ dan $j \leq i + 2$
- b. Untuk $i = [1, 2, 3, 4, 5]$ dan $j = [2, 4, 4, 5, 0]$ berlaku kendala $j > i$ dan $j \leq i + 2$

maka valid untuk anak baru, selanjutnya akan dihitung profit dari kedua anak dengan perhitungan sebagai berikut:

- a. $Anak_1: 25.000 + 27.000 + 34.000 + 15.000 = 101.000$
- b. $Anak_2: 25.000 + 28.500 + 28.000 + 15.000 = 96.500$

5. Mutasi

Mutasi $Anak_2$ pada gen-3 $4 \rightarrow 5$ (untuk $i = 3, \{4, 5\}$ keduanya valid terhadap kendala)

$$Anak'_2 = [2, 4, 5, 5, 0]$$

$$\text{Profit } Anak'_2: 25.000 + 28.500 + 34.000 + 15.000 = 102.500$$

Sehingga solusi terbaik yaitu di populasi awal: $K_1 = 102.500$

3.1.2.2 Algoritma Python

Pseudocode merupakan representasi algoritmik yang disusun dalam format terstruktur dan menyerupai sintaks pemrograman, namun tidak terikat oleh aturan sintaksis yang ketat sebagaimana dalam bahasa pemrograman formal. *Pseudocode* digunakan untuk menggambarkan logika pemecahan masalah secara sistematis dan mudah dipahami, serta memfasilitasi proses perancangan algoritma sebelum implementasi dalam kode program (López-García et al., 2025).

Adapun logika algoritma untuk Pemrograman Linear dijelaskan secara terstruktur dalam bentuk *pseudocode* berikut:

1. Mulai
2. *Input* data transaksi: Hari Beli, Hari Jual, Harga Beli, Harga Jual, Unit
3. Untuk setiap mata uang (USD, AUD, EUR, JPY), lakukan:
 - a. Hitung rata-rata harga beli per hari
 - b. Hitung rata-rata harga jual per hari
 - c. Hitung total unit beli per hari
4. Buat model optimasi linear dengan tujuan memaksimalkan
5. Tambahkan kendala
6. Menyelesaikan model dengan *solver*
7. Simpan strategi optimal (hari beli ke hari jual)
8. Menampilkan total keuntungan optimal
9. Ulangi untuk semua mata uang
10. Menampilkan total keuntungan semua mata uang
11. Selesai

Adapun logika algoritma untuk Algoritma Genetika dijelaskan secara terstruktur dalam bentuk *pseudocode* berikut:

1. Mulai
2. *Input*:
 - a. Data transaksi harian: Hari Beli, Hari Jual, Harga Beli, Harga Jual, dan Unit Beli
 - b. Menentukan parameter
3. *Preprocessing*:
 - a. Konversi semua kolom numerik menjadi *float*
 - b. Kelompokkan data per mata uang
4. Fungsi *valid_day_for_sell* (hari):
Kembalikan *False* jika hari Sabtu dan Minggu, selain itu *True*
5. Fungsi inisialisasi_populasi (jumlah_individu, jumlah_hari, daftar_mata_uang):
 - a. Untuk setiap individu
 - b. Untuk setiap mata uang:
 - c. Untuk setiap hari ke-*i*:
 - d. Tentukan rentang hari jual
 - e. Pilih salah satu hari jual yang valid
 - f. Simpan dalam kromosom
 - g. Kembalikan populasi awal
6. Fungsi hitung_keuntungan_multi (kromosom, data_dict, modal_harian):
 - a. Inisialisasi total profit = 0
 - b. Inisialisasi modal_harian = 0 untuk setiap hari *i* untuk setiap mata uangUntuk setiap hari beli dan hari jual pada kromosom:
 - a. Jika hari jual $\leq$ hari beli, maka lewati
 - b. Hitung modal = harga beli $\times$ unit
 - c. Tambahkan modal ke modal harian (hari beli)
 - d. Jika melebihi modal harian maka lewati
 - e. Hitung *profit* = (harga jual – harga beli) $\times$ unit
 - f. Tambahkan *profit* ke total *profit*
 - g. Kembalikan total *profit*
7. Fungsi *crossover* (induk1, induk2)
 - a. Untuk setiap mata uang:
 - b. Ambil satu blok dari induk2, gabungkan dengan kromosom induk1
 - c. Jika hari jual tidak valid, ganti dengan hari yang valid
 - d. Kembalikan anak
8. Fungsi mutasi (kromosom, probab_mutasi):
 - a. Untuk setiap mata uang dan setiap hari:

- b. Jika *random* < probab_mutasi:
 - c. Pilih hari jual baru yang valid
 - d. Kembalikan kromosom termutasi
9. Fungsi evolusi (populasi, data_dict, modal harian):
Selama generasi:
 - a. Urutkan populasi berdasarkan *fitness* (keuntungan tertinggi)
 - b. Pilih elit terbaik (misal 10 individu)
 - c. Lakukan *crossover* dan mutasi hingga populasi penuh kembali
 - d. Kembalikan individu terbaik
10. Eksekusi:
 - a. Upload dan baca *file data*
 - b. Buat populasi awal: populasi_multi = inisialisasi_populasi
 - c. Jalankan evolusi: *best_kromosom* = evolusi
 - d. Hitung total keuntungan: total_profit = hitung_keuntungan_multi
11. *Output*:
 - a. Tampilkan strategi jual-beli optimal per mata uang
 - b. Tampilkan total keuntungan optimal
12. Selesai

3.1.3 Analisis Strategi Penjualan Perusahaan Sebelum Optimasi

Sebelum dilakukan pengolahan data menggunakan metode Pemrograman Linear dan Algoritma Genetika, akan dihitung terlebih dahulu pendapatan asli perusahaan tanpa pengoptimasian, yang selanjutnya akan dilakukan perbandingan sebelum dan sesudah dilakukan metode. Parameter perbandingan di antaranya:

1. Pendapatan per hari yang selanjutnya akan di akumulasi menjadi pendapatan bulanan
2. Strategi penjualan per mata uang minimal dilakukan satu hari setelah hari beli

Dengan menggunakan rumus dasar pendapatan, yaitu selisih antara harga jual dan harga beli dikalikan dengan jumlah unit yang dijual, total pendapatan sebelum pengolahan dapat dihitung.

$$\text{Total Pendapatan} = \sum_{i=1}^N \sum_{j=i+1}^N (\text{Harga Jual}_k(j) \times \text{Jumlah Unit}_i \times x(i, j, k)) \quad (3.8)$$

didapatkan hasil dari perhitungan pendapatan:

Tabel 6. Pendapatan Harian

Hari ke-	Total Pendapatan Harian	
1	Rp	3.492.500
2	Rp	3.950.775
3	Rp	46.928.600

Hari ke-	Total Pendapatan Harian	
4	-Rp	51.254.000
5	-Rp	78.332.000
6	Rp	190.913.635
7	Rp	506.190
8	Rp	4.296.230
9	Rp	1.074.200
10	Rp	4.541.400
11	-Rp	71.443.875
12	-Rp	102.667.750
13	-Rp	437.810.460
14	-Rp	219.314.425
15	Rp	222.079.000
16	Rp	92.739.800
17	Rp	54.823.000
18	-Rp	126.010.300
19	-Rp	45.493.000
20	Rp	414.869.150
21	Rp	34.635.250
22	Rp	107.402.530
23	Rp	62.666.450
24	Rp	30.199.325
25	-Rp	60.410.175
26	-Rp	205.907.500
27	Rp	275.457.095
28	Rp	49.694.575
29	Rp	6.029.700
30	Rp	5.138.230
TOTAL	Rp	118.936.950

Sumber: Data PT Bali Primadana Gemilang

Strategi penjualan yang diterapkan oleh perusahaan sebelum dilakukan optimasi mengikuti prosedur yang sederhana, dengan penjualan dilakukan satu hari setelah pembelian, dan tidak ada transaksi penjualan yang dilakukan pada akhir pekan (Sabtu dan Minggu). Pada data yang disajikan hari ke-1 merupakan hari Rabu.

Perusahaan menggunakan strategi jual beli mata uang di mana setiap unit yang dibeli pada hari tertentu, misalnya pada Senin, akan dijual pada hari berikutnya (Selasa). Hal ini berlandaskan pada asumsi bahwa perubahan harga jual dari hari ke hari tidak terlalu signifikan. Namun, pada akhir pekan, ketika operasional perusahaan tutup, penjualan tidak dapat dilakukan, yang menyebabkan penundaan transaksi

pada hari Sabtu dan Minggu. Mata uang yang dibeli pada Jumat akan tertunda penjualannya hingga hari Senin, yang mengakibatkan penurunan likuiditas sementara.

Dengan memperkenalkan metode Pemrograman Linear, perusahaan dapat mengoptimalkan strategi penjualannya dengan cara yang lebih fleksibel dan berbasis data. Melalui Pemrograman Linear, dapat menghitung secara optimal hari penjualan yang tepat serta jumlah unit yang akan dijual, yang pada akhirnya diharapkan dapat meningkatkan total pendapatan dibandingkan dengan strategi tradisional yang lebih kaku.

Pada tahap selanjutnya, perbandingan antara pendapatan yang dihasilkan sebelum dan setelah optimasi akan dilakukan untuk mengidentifikasi perubahan yang signifikan dalam pendapatan serta untuk melihat efektivitas penggunaan model Pemrograman Linear dalam strategi penjualan.

3.1.4 Evaluasi Strategi Penjualan Perusahaan Sesudah Optimasi Menggunakan Metode Pemrograman Linear

Optimasi menggunakan metode Pemrograman Linear menghasilkan strategi penjualan yang lebih optimal. Hasil optimasi menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam pendapatan jika dibandingkan dengan kondisi sebelum optimasi.

Pemrograman Linear bekerja dengan cara menggambarkan masalah dalam bentuk fungsi objektif yang ingin dimaksimalkan. Setelah menjalankan program, *output* yang dihasilkan menampilkan status solusi, strategi jual terbaik per hari, dan total keuntungan optimal dalam 1 bulan. Berikut merupakan hasil evaluasi strategi penjualan yang dihasilkan oleh program:

Tabel 7. Strategi Optimal USD Metode PL

Hari Beli	Hari Jual	Keputusan
1	7	Dijual
2	8	Dijual
3	8	Dijual
4	8	Dijual
5	8	Dijual
6	8	Dijual
7	8	Dijual
8	14	Dijual
9	15	Dijual
10	15	Dijual
11	15	Dijual
12	15	Dijual
13	15	Dijual
14	21	Dijual
15	21	Dijual
16	21	Dijual
17	22	Dijual

Hari Beli	Hari Jual	Keputusan
18	22	Dijual
19	21	Dijual
20	23	Dijual
21	27	Dijual
22	28	Dijual
23	28	Dijual
24	28	Dijual
25	28	Dijual
26	28	Dijual
27	28	Dijual
28	30	Dijual
29	30	Dijual
30	-	Tidak dijual
Total keuntungan optimal USD		Rp210.435.561

Pada Hari ke-30, keputusan “tidak dijual” muncul karena keterbatasan data penelitian yang hanya mencakup 30 hari. Unit yang dibeli pada hari terakhir tidak memiliki kesempatan untuk dijual pada hari berikutnya, sehingga secara otomatis dianggap tidak dijual dalam model. Begitu juga dengan hasil *output* dengan mata uang lainnya.

Tabel 8. Strategi Optimal AUD Metode PL

Hari Beli	Hari Jual	Keputusan
1	2	Dijual
2	7	Dijual
3	9	Dijual
4	9	Dijual
5	9	Dijual
6	9	Dijual
7	9	Dijual
8	9	Dijual
9	10	Dijual
10	-	Tidak dijual
11	17	Dijual
12	17	Dijual
13	-	Tidak dijual
14	17	Dijual
15	21	Dijual
16	22	Dijual
17	22	Dijual
18	24	Dijual
19	24	Dijual

Hari Beli	Hari Jual	Keputusan
20	24	Dijual
21	27	Dijual
22	27	Dijual
23	27	Dijual
24	27	Dijual
25	27	Dijual
26	27	Dijual
27	28	Dijual
28	29	Dijual
29	30	Dijual
30	-	Tidak dijual
Total keuntungan optimal AUD		Rp161.733.244

Hasil optimasi dengan pemrograman linear menunjukkan adanya beberapa hari pembelian yang tidak dieksekusi penjualan, yaitu pada Hari ke-10, Hari ke-13, dan Hari ke-30. Hal ini terjadi karena konsekuensi dari aturan kendala serta mekanisme optimasi yang berfokus pada pencapaian keuntungan total.

Pada Hari ke-10, meskipun seluruh mata uang masih memberikan keuntungan positif, nilai keuntungan yang diperoleh relatif kecil jika dibandingkan dengan peluang keuntungan pada hari-hari berikutnya. Oleh karena itu, algoritma lebih memilih mengalokasikan modal harian 1 Miliar Rupiah pada transaksi yang lebih menguntungkan dan mengabaikan transaksi Hari ke-10.

Sementara itu, pada Hari ke-13 terdapat ketidakseimbangan antara mata uang yang memberikan keuntungan dan yang menimbulkan kerugian. Data menunjukkan bahwa transaksi AUD dan JPY justru menghasilkan kerugian yang cukup besar, sehingga apabila tetap dijual akan menurunkan keuntungan total. Dengan demikian, solver memutuskan untuk tidak menjual unit pada hari tersebut agar tidak mengorbankan profitabilitas keseluruhan.

Tabel 9. Strategi Optimal EUR Metode PL

Hari Beli	Hari Jual	Keputusan
1	7	Dijual
2	7	Dijual
3	9	Dijual
4	9	Dijual
5	9	Dijual
6	9	Dijual
7	9	Dijual
8	9	Dijual
9	10	Dijual
10	13	Dijual
11	13	Dijual

Hari Beli	Hari Jual	Keputusan
12	13	Dijual
13	16	Dijual
14	20	Dijual
15	21	Dijual
16	22	Dijual
17	23	Dijual
18	24	Dijual
19	24	Dijual
20	24	Dijual
21	27	Dijual
22	27	Dijual
23	27	Dijual
24	30	Dijual
25	30	Dijual
26	30	Dijual
27	30	Dijual
28	30	Dijual
29	30	Dijual
30	-	Tidak dijual
Total keuntungan optimal EUR		Rp71.434.847

Tabel 10. Strategi Optimal JPY Metode PL

Hari Beli	Hari Jual	Keputusan
1	6	Dijual
2	6	Dijual
3	6	Dijual
4	6	Dijual
5	6	Dijual
6	8	Dijual
7	8	Dijual
8	10	Dijual
9	10	Dijual
10	-	Tidak dijual
11	17	Dijual
12	17	Dijual
13	17	Dijual
14	17	Dijual
15	17	Dijual
16	17	Dijual
17	21	Dijual
18	24	Dijual
19	24	Dijual

Hari Beli	Hari Jual	Keputusan
20	24	Dijual
21	24	Dijual
22	24	Dijual
23	24	Dijual
24	28	Dijual
25	28	Dijual
26	28	Dijual
27	28	Dijual
28	30	Dijual
29	30	Dijual
30	-	Tidak dijual
Total keuntungan optimal JPY		Rp13.539.021

Terdapat hasil yang tidak dijual pada *output* yang dihasilkan yaitu pada Hari ke-10, meskipun seluruh mata uang masih memberikan keuntungan positif, nilai keuntungan yang diperoleh relatif kecil jika dibandingkan dengan peluang keuntungan pada hari-hari berikutnya. Oleh karena itu, algoritma lebih memilih mengalokasikan modal harian Rp 1 miliar pada transaksi yang lebih menguntungkan dan mengabaikan transaksi Hari ke-10.

Total keuntungan keseluruhan untuk USD, AUD, EUR, dan JPY: Rp457.142.674

3.1.5 Evaluasi Strategi Penjualan Perusahaan Sesudah Optimasi Menggunakan Metode Algoritma Genetika

Optimasi menggunakan metode Algoritma Genetika menghasilkan strategi penjualan yang lebih optimal dengan mempertimbangkan kendala modal harian, dan variasi harga beli/jual. Hasil optimasi menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam pendapatan jika dibandingkan dengan kondisi sebelum optimasi.

Algoritma Genetika melakukan seleksi untuk menghasilkan dua individu terbaik yang kemudian melakukan *crossover* untuk menghasilkan solusi baru (anak) dengan fitur dari kedua orang tua. Proses ini diikuti dengan mutasi, yaitu perubahan acak untuk memastikan keragaman solusi dan menghindari solusi lokal yang tidak optimal. *Output* yang dihasilkan adalah kromosom terbaik, menunjukkan kombinasi hari pembelian dan penjualan yang menghasilkan keuntungan lebih tinggi dibandingkan strategi sebelumnya. Setelah menjalankan program, *output* yang dihasilkan menampilkan strategi jual terbaik per hari, dan total keuntungan optimal dalam 1 bulan.

Berikut merupakan hasil evaluasi strategi penjualan yang dihasilkan oleh program:

Tabel 11. Strategi Optimal USD Metode AG

Hari Beli	Hari Jual	Keputusan
1	6	Dijual
2	8	Dijual

Hari Beli	Hari Jual	Keputusan
3	9	Dijual
4	9	Dijual
5	10	Dijual
6	7	Dijual
7	9	Dijual
8	14	Dijual
9	15	Dijual
10	16	Dijual
11	17	Dijual
12	16	Dijual
13	16	Dijual
14	25	Dijual
15	16	Dijual
16	22	Dijual
17	23	Dijual
18	24	Dijual
19	24	Dijual
20	21	Dijual
21	24	Dijual
22	28	Dijual
23	29	Dijual
24	28	Dijual
25	29	Dijual
26	29	Dijual
27	29	Dijual
28	29	Dijual
29	30	Dijual
30	-	Tidak dijual
Total keuntungan optimal USD		Rp111.871.083

Tabel 12. Strategi Optimal AUD Metode AG

Hari Beli	Hari Jual	Keputusan
1	7	Dijual
2	8	Dijual
3	7	Dijual
4	10	Dijual
5	7	Dijual
6	8	Dijual
7	10	Dijual
8	10	Dijual
9	10	Dijual
10	16	Dijual

Hari Beli	Hari Jual	Keputusan
11	16	Dijual
12	17	Dijual
13	17	Dijual
14	16	Dijual
15	17	Dijual
16	21	Dijual
17	23	Dijual
18	23	Dijual
19	22	Dijual
20	24	Dijual
21	24	Dijual
22	28	Dijual
23	28	Dijual
24	30	Dijual
25	28	Dijual
26	30	Dijual
27	29	Dijual
28	29	Dijual
29	30	Dijual
30	-	Tidak dijual
Total keuntungan optimal AUD		Rp85.800.223

Tabel 13. Strategi Optimal EUR Metode AG

Hari Beli	Hari Jual	Keputusan
1	3	Dijual
2	3	Dijual
3	8	Dijual
4	9	Dijual
5	9	Dijual
6	7	Dijual
7	10	Dijual
8	10	Dijual
9	10	Dijual
10	14	Dijual
11	17	Dijual
12	15	Dijual
13	15	Dijual
14	17	Dijual
15	21	Dijual
16	22	Dijual
17	21	Dijual
18	24	Dijual

Hari Beli	Hari Jual	Keputusan
19	24	Dijual
20	24	Dijual
21	24	Dijual
22	28	Dijual
23	28	Dijual
24	28	Dijual
25	28	Dijual
26	30	Dijual
27	30	Dijual
28	30	Dijual
29	30	Dijual
30	-	Tidak dijual
Total keuntungan optimal EUR		Rp36.237.718

Tabel 14. Strategi Optimal JPY Metode AG

Hari Beli	Hari Jual	Keputusan
1	3	Dijual
2	7	Dijual
3	7	Dijual
4	7	Dijual
5	9	Dijual
6	7	Dijual
7	9	Dijual
8	10	Dijual
9	10	Dijual
10	16	Dijual
11	17	Dijual
12	16	Dijual
13	14	Dijual
14	16	Dijual
15	17	Dijual
16	17	Dijual
17	22	Dijual
18	21	Dijual
19	22	Dijual
20	22	Dijual
21	22	Dijual
22	23	Dijual
23	29	Dijual
24	29	Dijual
25	28	Dijual
26	30	Dijual

Hari Beli	Hari Jual	Keputusan
27	30	Dijual
28	30	Dijual
29	30	Dijual
30	-	Tidak dijual
Total keuntungan optimal JPY		Rp7.144.986

Total keuntungan keseluruhan untuk USD, AUD, EUR, dan JPY: Rp230.405.821

3.2 Pembahasan

Proses optimasi telah dilakukan dan menghasilkan evaluasi dan perbandingan antara kedua metode optimasi yang diterapkan, yaitu Pemrograman Linear dan Algoritma Genetika. Keduanya menghasilkan yang optimal, hal ini dapat dilihat dari perbandingan terhadap pendapatan asli perusahaan. Berdasarkan hasil evaluasi strategi penjualan valuta asing sebelum dan sesudah optimasi, terlihat bahwa penerapan metode optimasi memberikan dampak signifikan terhadap pendapatan perusahaan. Kedua metode juga berhasil menyusun strategi jual yang lebih menguntungkan dibandingkan strategi awal perusahaan. Berikut merupakan tabel perbandingan total pendapatan, peningkatan, dan persentase relatifnya:

Tabel 15. Perbandingan Total Pendapatan Setelah Optimasi

Metode	Total Pendapatan	Peningkatan	Persentase Relatif
Pendapatan Asli	Rp 118.936.950	-	-
Pemrograman Linear	Rp 457.142.674	Rp 338.205.724	284%
Algoritma Genetika	Rp 231.318.461	Rp 112.381.511	94%

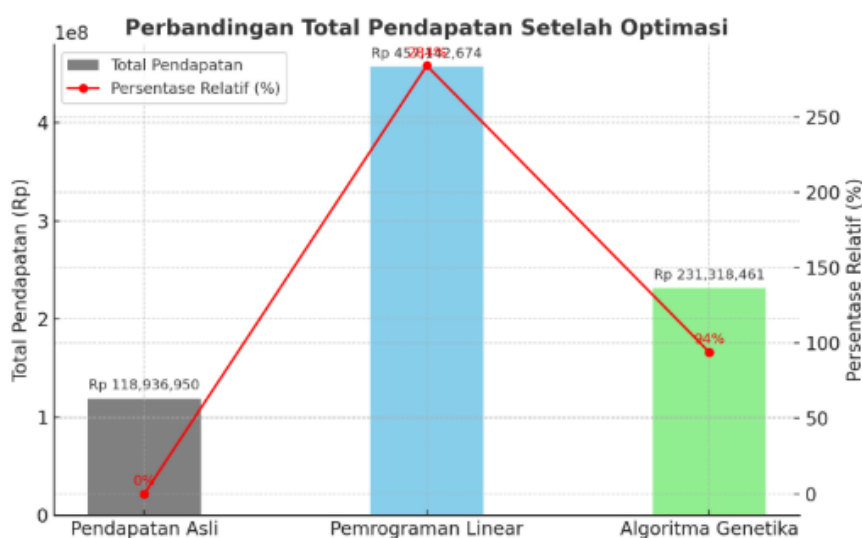
Dari tabel tersebut, terlihat bahwa metode Pemrograman Linear menghasilkan peningkatan jauh lebih tinggi ini dikarenakan Pemrograman Linear bekerja dengan pendekatan deterministik. Keunggulannya terletak pada kemampuannya mengevaluasi semua kemungkinan kombinasi secara sistematis untuk menemukan solusi optimal, selama fungsi objektif dan kendala dapat dirumuskan secara linear. Pendekatan ini tepat karena data transaksi bisa dibuat terstruktur, dan modelnya dapat diformulasikan dengan fungsi linear. Strategi jual yang dihasilkan menunjukkan konsistensi dalam memilih waktu jual yang memberi selisih jual-beli berubah signifikan bahkan jauh lebih tinggi, meskipun ada beberapa strategi yang harus menunda penjualan selama beberapa hari.

Algoritma Genetika bekerja dengan pendekatan stokastik dan heuristik. Ini sangat berguna ketika ruang solusi terlalu besar atau ketika hubungan antar variabel tidak sepenuhnya dapat dimodelkan secara linear. Dalam penelitian ini, algoritma menggunakan parameter beberapa parameter yaitu populasi awal yang diacak,

proses seleksi dengan metode *roulette wheel*, *crossover* satu titik dan mutasi acak, serta evaluasi selama 500 generasi untuk mendapatkan solusi terbaik. Meskipun hasil akhirnya jauh lebih rendah dari Pemrograman Linear, Algoritma Genetika menunjukkan fleksibilitas dalam menjelajahi ruang solusi yang kompleks dan mampu menghindari jebakan solusi lokal. Kelemahannya terletak pada ketidakpastian hasil antar-run (*stochastic variability*) dan kemungkinan stagnasi solusi jika parameter evolusi (mutasi, *crossover*) tidak diatur secara optimal.

Hasil dari kedua metode memperlihatkan adanya pola: USD dan AUD lebih sering ditahan 1–7 hari sebelum dijual, karena volatilitas harganya memberikan peluang keuntungan lebih besar. EUR cenderung dijual dalam jangka waktu menengah (5–10 hari). JPY, dengan denominasi kecil namun volume besar, sering dijual lebih cepat untuk menjaga likuiditas.

Hal ini menunjukkan bahwa strategi optimal bersifat spesifik pada karakteristik mata uang. Oleh karena itu, perusahaan dapat mempertimbangkan penerapan metode *hybrid* yaitu menggunakan Pemrograman Linear untuk mata uang yang sering di jual-belikan dan stabil dan Algoritma Genetika untuk mata uang yang lebih fluktuatif.



Gambar 3.6 Grafik Perbandingan

Grafik di atas menampilkan perbandingan antara total pendapatan asli perusahaan dengan total pendapatan setelah optimasi menggunakan Pemrograman Linear dan Algoritma Genetika. Pendapatan Asli tercatat sebesar Rp118.936.950 yang menjadi acuan awal (0%). Setelah dilakukan optimasi menggunakan Pemrograman Linear, total pendapatan meningkat secara signifikan menjadi Rp457.142.674 atau mengalami kenaikan relatif hingga 284% dibandingkan pendapatan asli. Sementara itu, optimasi menggunakan Algoritma Genetika

menghasilkan total pendapatan sebesar Rp231.318.461, dengan peningkatan relatif sebesar 94% terhadap pendapatan asli.

BAB IV PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perbandingan dalam pengoptimasian pendapatan terhadap strategi penjualan perusahaan *money changer* pada PT Bali Primadana Gemilang, dapat disimpulkan metode Pemrograman Linear dan metode Algoritma Genetika telah berhasil mengoptimalkan pendapatan dengan hasil sebagai berikut:

1. Pada metode Pemrograman Linear berhasil meningkatkan pendapatan asli sebanyak Rp338.205.724 dari pendapatan asli perusahaan, sedangkan metode Algoritma Genetika meningkatkan sebanyak Rp112.381.511
2. Berdasarkan pengimplementasian program, kedua metode menghasilkan solusi yang lebih optimal dibandingkan pendapatan asli perusahaan, namun metode Pemrograman Linear dapat menemukan solusi yang lebih optimal dari strategi waktu penjualan yang telah dihasilkan oleh program Algoritma Genetika.
3. Pemrograman Linear unggul dalam kondisi data historis yang terstruktur dan batasan jelas, menghasilkan strategi yang optimal secara matematis, sedangkan Algoritma Genetika lebih fleksibel dan adaptif terhadap kondisi non-Linear dan kompleksitas tinggi, meskipun hasilnya lebih bervariasi.
4. Perusahaan dapat memanfaatkan kedua metode secara komplementer untuk meningkatkan pendapatan secara signifikan.

4.2 Saran

1. Penelitian selanjutnya dapat difokuskan pada penentuan harga beli dan jual di masa depan, sehingga metode yang digunakan tidak hanya berfungsi sebagai alat evaluasi, tetapi juga dapat dimanfaatkan sebagai strategi penjualan yang berkelanjutan.
2. Disarankan untuk menggunakan data dengan periode yang lebih panjang dari satu bulan, agar pola penjualan dapat terlihat lebih jelas dan strategi yang dihasilkan menjadi lebih akurat.
3. Fungsi objektif dalam penelitian ini hanya berfokus pada keuntungan. Untuk memperkaya hasil dan mendekatkan model dengan kondisi nyata bisnis, penelitian berikutnya dapat mengembangkan pendekatan multi-tujuan (*multi-objective*), misalnya dengan mempertimbangkan aspek minimisasi risiko kurs serta maksimisasi volume transaksi secara bersamaan.
4. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan mengintegrasikan metode pemrograman linear dan algoritma genetika dalam bentuk *hybrid*, sehingga dapat diperoleh hasil yang lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiyanti, L., Ahidiyah, S., Mardani, M., Danuari Fitrio, B., & Nuryaman, A. (2024). Model Matematika Optimalisasi Keuntungan Penjualan: Regresi Linear Berganda. *MATHunesa: Jurnal Ilmiah Matematika*, 12(3), 662–670. <https://doi.org/10.26740/mathunesa.v12n3.p662-670>
- Bakri Siregar, S.Si., M. S. (2022a). *Optimasi*. RPubs. <https://rpubs.com/dsciencelabs/optimasi2>
- Bakri Siregar, S.Si., M. S. (2022b). *Optimasi*. RPubs. <https://rpubs.com/dsciencelabs/optimasi3>
- Damanik, R. R. (2020). Aplikasi Penjadwalan Perawat RS Porsea Meggunakan Algoritma Genetika. *Journal Information System Development*, 5(1), 12–18.
- Divka Avedish, Faqihuddin Tri Wibowo, Nahdiyah Ulul Azmi, Qothrotun Nada, & Sarpini Sarpini. (2024). Peran Nilai Tukar Rupiah Dan Fluktuasi Valuta Asing Terhadap Ketahanan Ekonomi Indonesia. *Jurnal Kajian Dan Penalaran Ilmu Manajemen*, 3(1), 223–235. <https://doi.org/10.59031/jkpim.v3i1.542>
- Gemilang, P. B. P. (2024). *Currency exchange*. <https://www.currencyexchange.co.id/currencyexchange-co-id-bali-best-money-changer/>
- Goldberg, D.E. and Richardson, J. (1987). *Genetic Algorithms with Sharing for Multimodal Function Optimization*. *Genetic Algorithms and their Applications: Proceedings of the Second International Conference on Genetic Algorithms*. 41–49.
- Hasibuan, M. P., & Cipta, H. (2024). Optimization of Nursing Scheduling in Emergency by Using Genetic Algorithm. *Jurnal Pijar Mipa*, 19(1), 99–106. <https://doi.org/10.29303/jpm.v19i1.6412>
- Imanda, I., Cendekia Siregar, A., & Ceasar Octariadi, B. (2025). Implementasi Algoritma Genetika untuk Penjadwalan Shift Perawat. *LANCAH: Jurnal Inovasi Dan Tren*, 3(1). <https://doi.org/10.35870/ljit.v3i1.3948>
- Irawan, F., & Rafsanjani. (2019). Optimasi Alat Ice Tube Maker Kapasitas 60 KG. *Jurnal PETRA*, 6(1), 39–45.
- Josephine Wuri. (2018). FLUKTUASI KURS VALUTA ASING DI BEBERAPA NEGARA ASIA TENGGARA. *EXERO: Journal of Research in Business and Economics*, 01. <https://doi.org/doi.org/10.24071/exero.2018.010101>
- Khoirul L.M.A., O., Widodo, A. W., & Setiawan, B. D. (2017). Optimasi Penjadwalan Mata Pelajaran Menggunakan Metode Tabu Search (Studi Kasus: SMKN 2 Singosari). *International Clinical Psychopharmacology*, 22(6), 338–347.
- López-García, A., Urquiza-Fuentes, J., Mendes, A. J., & Caeiro-Rodríguez, M. (2025). Improving University Students' Learning of Programming Using Customised Pseudocode. *Computer Applications in Engineering Education*, 33(4). <https://doi.org/10.1002/cae.70061>

- M.Kom., E. D. (2016). Performance Algoritma Genetika (Ga) Pada Penjadwalan Mata Pelajaran. *InfoTekJar (Jurnal Nasional Informatika Dan Teknologi Jaringan)*, 1(1), 56–60. <https://doi.org/10.30743/infotekjar.v1i1.42>
- Muharni, Y., Kulsum, K., & Utami, D. A. (2019). Usulan Penjadwalan Produksi Pipa Erw Menggunakan Metode Nawaz Ensore Ham Dan Genetic Algorithm. *FLYWHEEL : Jurnal Teknik Mesin Untirta*, 1(1), 29. <https://doi.org/10.36055/fwl.v1i1.6385>
- Nazry, H. W. N. S., Ferdy Riza, Firahmi Rizky, Zuli Agustina Gultom, Muhammad Haris, & Mika Debora Br Barus. (2025). Model Optimasi Model Optimasi Rute Transportasi Berbasis Pemrograman Linear. *Jurnal Sistem Informasi Triguna Dharma (JURSI TGD)*, 4(1), 75–81. <https://doi.org/10.53513/jursi.v4i1.10586>
- NIAGA, C. (2024). *Memahami Apa Itu Money Changer dan Fungsinya*. CIMB NIAGA. <https://www.cimbniaga.co.id/id/inspirasi/perencanaan/money-changer>
- OCBC. (2023). *Pasar Valuta Asing: Fungsi, Pelaku, Jenis dan Contohnya*. <https://www.ocbc.id/id/article/2022/12/28/pasar-valuta-asing-adalah>
- Pane, S. F., Maulana Awangga, R., Rahmadani, E. V., & Permana, S. (2019). Implementasi Algoritma Genetika Untuk Optimalisasi Pelayanan Kependudukan. *Jurnal Tekno Insentif*, 13(2), 36–43. <https://doi.org/10.36787/jti.v13i2.130>
- Pusat Statistik, B. (2015). *Foreign Exchange Rates in Indonesia*. 1–60.
- Rahman, B. T., Akbar, M. rasyid, Asy'ari, M. I., & Suseno. (2024). Optimasi Pendistribusian Dengan Menggunakan MetodeTransportasi di UMKM Dea Modis Batik dan Jumputan. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri Dan Inovasi*, 2(3), 9–18.
- Savitri, D., Hidajati, N. W., & Panigoro, D. H. S. (2022). Implementasi algoritma genetika dalam mengestimasi kepadatan populasi jackrabbit dan coyote. *Jambura Journal of Biomathematics*, 3(1), 23–28. <https://doi.org/10.34312/jjbm.v3i1.11935>
- Sharma, A., Khan, F., Sharma, D., Gupta, S., & Student, F. Y. (2020). Python: The Programming Language of Future. *International Journal of Innovative Research in Technology*, 6(12), 115–118. <https://ijirt.org/Article?manuscript=149340>
- Simorangkir, I., & Suseno. (2004). *Sistem dan Kebijakan Nilai Tukar / Iskandar Simorangkir*.
- Sriwidadi, T., & Agustina, E. (2013). Analisis Optimalisasi Produksi dengan Linear Programming Melalui Metode Simpleks. *Binus Business Review*, 4(2), 725–741. <https://doi.org/10.21512/bbr.v4i2.1386>
- Sulhan, M. (2011). Transaksi Valuta Asing dalam Persepektif Islam. *Menara*, 12(2), 1–4.
- Sumarta, S. C., Informasi, F. T., Atma, U., & Makassar, J. (2016). Pengaruh Pengaturan Individu Proses Crossover. *Jurnal Tematika*, 4, 83–89.

- Tannady, H. (2017). Optimasi Produksi Meubel Menggunakan Model Pemrograman Linear. *Business Management Journal*, 10(1), 1–9. <https://doi.org/10.30813/bmj.v10i1.636>
- Yuliyati, I., Yusuf, A. A., & Aziz, A. (2023). Analisis Determinan Volatilitas Nilai Kurs Rupiah Di Indonesia Tahun 2010-2022. *Inklusif (Jurnal Pengkajian Penelitian Ekonomi Dan Hukum Islam)*, 8(1), 110. <https://doi.org/10.24235/inklusif.v8i1.14308>
- Zahwa, N. A., Panggabean, R. T., Matodang, K. A., & Indriani, R. (2023). Pasar Valuta Asing Dan Sistem Nilai Tukar. *Akuntansi, Manajemen Dan Ilmu Ekonomi*, 3(2), 42–47. <http://jasmien.cattleyadf.org/index.php/jas/article/view/157/128>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Transaksi Harian PT Bali Primadana Gemilang

Hari Beli	Hari Jual	Mata Uang	Harga Beli	Unit Beli	Harga Jual	Unit Jual
1	1	USD	15075	1115	15510	1115
1	1	USD	15350	880	15510	880
1	1	USD	15440	9905	15510	9905
1	1	USD	15440	4295	15480	4295
1	1	AUD	10125	800	10470	800
1	1	AUD	10275	900	10470	900
1	1	AUD	10400	13830	10470	13830
1	1	AUD	10400	990	10465	990
1	1	EUR	16650	150	16980	150
1	1	EUR	16800	20	16980	20
1	1	EUR	16900	2505	16980	2505
1	1	EUR	16900	2000	16960	2000
1	1	EUR	16900	685	16955	685
1	1	JPY	105,75	10000	109,2	10000
1	1	JPY	108,5	97000	109,2	97000
1	1	JPY	109	20000	109,2	20000
2	2	USD	15100	835	15530	835
2	2	USD	15275	460	15530	460
2	2	USD	15470	12505	15530	12505
2	2	USD	15470	8445	15525	8445
2	2	AUD	10075	1035	10450	1035
2	2	AUD	10200	920	10450	920
2	2	AUD	10400	1785	10450	1785
2	2	AUD	10400	17035	10445	17035
2	2	EUR	16575	500	16955	500
2	2	EUR	16700	40	16955	40
2	2	EUR	16890	6700	16955	6700
2	2	JPY	105,75	19000	108,25	19000
2	2	JPY	107,5	130000	108,25	130000
2	2	JPY	108	20000	108,25	20000
3	3	USD	15125	285	15500	285
3	3	USD	15225	1500	15500	1500
3	3	USD	15450	12740	15500	12740
3	3	AUD	10050	205	10410	205

Hari Beli	Hari Jual	Mata Uang	Harga Beli	Unit Beli	Harga Jual	Unit Jual
3	3	AUD	10200	500	10410	500
3	3	AUD	10330	22425	10410	17555
3	3	EUR	16550	115	16975	115
3	3	EUR	16800	15	16975	15
3	3	EUR	16900	3785	16975	3785
3	3	EUR	16900	2985	16960	2985
3	3	JPY	104,75	5000	107,1	5000
3	3	JPY	105	40000	107,1	40000
3	3	JPY	106,5	2000	107,1	2000
3	3	JPY	106,5	55000	107	55000
4	4	USD	15000	395	15650	120
4	4	USD	15100	690	0	0
4	4	USD	15450	220	0	0
4	4	AUD	9900	225	0	0
4	4	AUD	10000	150	0	0
4	4	AUD	10200	500	0	0
4	4	EUR	16475	130	0	0
4	4	EUR	16725	100	0	0
4	4	EUR	16900	300	0	0
4	4	JPY	102,25	1000	0	0
4	4	JPY	103,25	100000	0	0
4	4	JPY	105	50000	0	0
5	5	USD	14000	10	0	0
5	5	USD	15000	440	0	0
5	5	USD	15100	975	0	0
5	5	AUD	9900	200	0	0
5	5	AUD	10000	65	0	0
5	5	AUD	10150	4000	0	0
5	5	EUR	16475	370	0	0
5	5	EUR	16850	405	0	0
5	5	JPY	102,25	2000	0	0
5	5	JPY	103	5000	0	0
6	6	USD	15000	106	15700	106
6	6	USD	15000	999	15515	999
6	6	USD	15100	270	15515	270
6	6	USD	15380	2160	15515	2160

Hari Beli	Hari Jual	Mata Uang	Harga Beli	Unit Beli	Harga Jual	Unit Jual
4	6	USD	15000	0	15515	275
4	6	USD	15100	0	15515	690
4	6	USD	15450	0	15515	220
5	6	USD	14000	0	15515	10
5	6	USD	15000	0	15515	440
5	6	USD	15100	0	15515	975
6	6	AUD	9900	80	10420	80
6	6	AUD	10100	400	10420	400
6	6	AUD	10300	9520	10420	9520
6	6	AUD	10300	25000	10405	25000
6	6	AUD	10300	4355	10400	4355
3	6	AUD	10330	0	10400	4870
4	6	AUD	9900	0	10400	225
4	6	AUD	10000	0	10400	150
4	6	AUD	10200	0	10400	500
5	6	AUD	9900	0	10400	200
5	6	AUD	10000	0	10400	65
5	6	AUD	10150	0	10400	4000
6	6	EUR	16475	10	16965	10
6	6	EUR	16800	450	16965	450
6	6	EUR	16865	4540	16965	4540
6	6	EUR	16865	4565	16960	4565
6	6	EUR	16865	2115	16950	2115
4	6	EUR	16475	0	16950	130
4	6	EUR	16725	0	16950	100
4	6	EUR	16900	0	16950	300
5	6	EUR	16475	0	16950	370
5	6	EUR	16850	0	16950	405
6	6	JPY	107	92000	109	92000
6	6	JPY	107	190000	108,5	190000
6	6	JPY	107,85	72000	108,5	72000
6	6	JPY	108	51000	108,5	51000
4	6	JPY	102,25	0	108,5	1000
4	6	JPY	103,25	0	108,5	100000
4	6	JPY	105	0	108,5	50000
5	6	JPY	102,25	0	108,5	2000

Hari Beli	Hari Jual	Mata Uang	Harga Beli	Unit Beli	Harga Jual	Unit Jual
5	6	JPY	103	0	108,5	5000
7	7	USD	15250	14	15600	14
7	7	USD	15430	86	15600	86
7	7	USD	15430	44	15510	44
7	7	USD	15450	2800	15510	2800
7	7	AUD	10370	3970	10435	3970
7	7	EUR	16940	535	17000	535
7	7	JPY	107,4	50000	107,9	50000
8	8	USD	15100	100	15700	100
8	8	USD	15100	1765	15560	1765
8	8	USD	15300	281	15560	281
8	8	USD	15500	9754	15560	9754
8	8	USD	15500	8141	15555	8141
8	8	AUD	10025	355	10420	355
8	8	AUD	10125	2000	10420	2000
8	8	AUD	10360	12235	10420	12235
8	8	AUD	10360	6290	10415	6290
8	8	EUR	16600	120	17000	120
8	8	EUR	16750	200	17000	200
8	8	EUR	16950	5560	17000	5560
8	8	JPY	105,5	20000	109,25	20000
8	8	JPY	105,5	11000	107,5	11000
8	8	JPY	107	60000	107,5	60000
8	8	JPY	107,5	10000	107,75	10000
8	8	JPY	107,5	10000	107,75	10000
9	9	USD	15300	859	15560	859
9	9	USD	15480	1150	15560	1150
9	9	USD	15500	13441	15560	13441
9	9	USD	15500	6659	15550	6659
9	9	AUD	10000	355	10445	355
9	9	AUD	10100	300	10445	300
9	9	AUD	10400	9310	10445	9310
9	9	EUR	16750	1000	17080	1000
9	9	EUR	16900	800	17080	800
9	9	EUR	17000	5345	17080	5345
9	9	EUR	17000	2005	17065	2005

Hari Beli	Hari Jual	Mata Uang	Harga Beli	Unit Beli	Harga Jual	Unit Jual
9	9	JPY	103,75	20000	106,9	20000
9	9	JPY	104,75	42000	106,9	42000
9	9	JPY	106,3	176000	106,9	154000
10	10	USD	15150	395	15560	395
10	10	USD	15300	145	15560	145
10	10	USD	15500	10210	15560	10210
10	10	USD	15500	4660	15550	4660
10	10	AUD	10200	40	10440	40
10	10	AUD	10370	20	10440	20
10	10	AUD	10380	9170	10440	9170
10	10	EUR	17000	3625	17080	3625
10	10	EUR	17000	1320	17070	1320
10	10	EUR	17050	1710	17070	1710
10	10	JPY	106,8	149000	107,35	149000
10	10	JPY	106,8	25000	107,2	25000
10	10	JPY	107	340000	107,2	340000
9	10	JPY	106,3	0	107,2	22000
11	11	USD	15050	1565	0	0
11	11	USD	15150	120	0	0
11	11	USD	15400	1235	0	0
11	11	AUD	9925	990	0	0
11	11	AUD	9950	100	0	0
11	11	AUD	10000	730	0	0
11	11	EUR	16575	355	0	0
11	11	EUR	16825	150	0	0
11	11	JPY	105	5000	0	0
12	12	USD	14500	19	0	0
12	12	USD	15050	2480	0	0
12	12	USD	15150	330	0	0
12	12	AUD	9925	1130	0	0
12	12	AUD	10000	1700	0	0
12	12	EUR	16575	1700	0	0
12	12	EUR	16600	160	0	0
12	12	JPY	102	10000	0	0
13	13	USD	15050	555	15545	555
13	13	USD	15250	236	15545	236

Hari Beli	Hari Jual	Mata Uang	Harga Beli	Unit Beli	Harga Jual	Unit Jual
13	13	USD	15500	172	15545	172
11	13	USD	15050	0	15545	1565
11	13	USD	15150	0	15545	120
11	13	USD	15400	0	15545	1235
12	13	USD	14500	0	15545	19
12	13	USD	15050	0	15545	2480
12	13	USD	15150	0	15545	330
13	13	AUD	10310	29250	10365	5000
13	13	AUD	10350	110	0	0
13	13	AUD	10400	8160	0	0
13	13	EUR	16575	100	17035	100
13	13	EUR	16775	450	17035	450
13	13	EUR	16950	14415	17035	4370
13	13	JPY	102,25	25000	107,2	25000
13	13	JPY	106,3	362000	107,2	177000
13	13	JPY	107	25000	0	0
14	14	USD	15150	1480	15585	1480
14	14	USD	15300	255	15585	255
14	14	USD	15530	16220	15585	5915
14	14	USD	15530	0	15570	1680
14	14	USD	15530	0	15550	123
14	14	AUD	10000	600	10300	600
14	14	AUD	10270	13830	10300	9385
14	14	AUD	10300	2520	0	0
14	14	EUR	16625	300	17005	300
14	14	EUR	16875	15	17005	15
14	14	EUR	16960	11765	17005	10775
14	14	JPY	105,75	1000	106,6	1000
14	14	JPY	106	10000	106,6	10000
14	14	JPY	106,25	10000	0	0
15	15	USD	15175	200	15750	200
15	15	USD	15175	200	15630	200
15	15	USD	15425	1150	15630	1150
15	15	USD	15570	13850	15630	13850
15	15	USD	15570	300	15625	300
4	15	USD	15530	0	15625	8502

Hari Beli	Hari Jual	Mata Uang	Harga Beli	Unit Beli	Harga Jual	Unit Jual
15	15	AUD	10210	4125	10290	4125
15	15	AUD	10210	7100	10265	7100
15	15	AUD	10225	205	10265	205
15	15	AUD	10175	195	10265	195
15	15	AUD	10175	405	10250	405
11	15	AUD	9925	0	10250	990
11	15	AUD	9950	0	10250	100
11	15	AUD	10000	0	10250	730
12	15	AUD	9925	0	10250	1130
12	15	AUD	10000	0	10250	460
13	15	AUD	10310	0	10320	2595
15	15	EUR	16750	50	16990	50
15	15	EUR	16915	805	16990	805
15	15	EUR	16930	4340	16990	4340
15	15	EUR	16930	9825	16985	9825
11	15	EUR	16575	0	16985	355
11	15	EUR	16825	0	16985	150
12	15	EUR	16575	0	16985	940
15	15	JPY	105,5	40000	106	40000
16	16	USD	15225	1085	15625	1085
16	16	USD	15475	1150	15625	1150
16	16	USD	15570	17165	15625	17165
16	16	USD	15570	2035	15620	2035
16	16	AUD	10000	950	10245	950
16	16	AUD	10100	790	10245	790
16	16	AUD	10200	10335	10245	10335
13	16	AUD	10310	0	10320	2830
16	16	EUR	16600	125	17020	125
16	16	EUR	16875	100	17020	100
16	16	EUR	16970	2920	17020	2920
12	16	EUR	16575	0	17020	760
12	16	EUR	16600	0	17020	160
13	16	EUR	16950	0	17020	160
13	16	EUR	16950	0	17020	2495
16	16	JPY	106	20000	106,5	20000
17	17	USD	15475	1200	15625	1200

Hari Beli	Hari Jual	Mata Uang	Harga Beli	Unit Beli	Harga Jual	Unit Jual
17	17	USD	15540	1310	15625	1310
17	17	USD	15560	12900	15625	12900
17	17	AUD	10050	50	10450	50
17	17	AUD	10050	50	10280	50
17	17	AUD	10190	90	10280	90
17	17	AUD	10220	6285	10280	6285
17	17	AUD	10220	4955	10275	4955
13	17	AUD	10310	0	10320	4610
17	17	EUR	16700	150	17010	150
17	17	EUR	16750	100	17010	100
17	17	EUR	16940	4035	17010	4035
17	17	EUR	16940	3580	16995	3580
13	17	EUR	16950	0	16995	265
17	17	JPY	104,6	10000	107	10000
17	17	JPY	105	41000	107	41000
17	17	JPY	106	44000	107	44000
17	17	JPY	106	279000	106,8	279000
18	18	USD	15125	2090	0	0
18	18	USD	15200	500	0	0
18	18	USD	15540	1770	0	0
18	18	AUD	9775	225	0	0
18	18	AUD	9800	545	0	0
18	18	AUD	10025	4405	0	0
18	18	EUR	16500	320	0	0
18	18	EUR	16750	100	0	0
18	18	EUR	16850	20	0	0
18	18	JPY	100,25	3000	0	0
19	19	USD	15125	1430	0	0
19	19	USD	15200	220	0	0
19	19	USD	15225	370	0	0
19	19	AUD	9775	935	0	0
19	19	AUD	9800	150	0	0
19	19	AUD	10125	95	0	0
19	19	EUR	16500	110	0	0
19	19	EUR	16600	30	0	0
19	19	JPY	100,25	10000	0	0

Hari Beli	Hari Jual	Mata Uang	Harga Beli	Unit Beli	Harga Jual	Unit Jual
20	20	USD	15125	340	15650	340
20	20	USD	15125	895	15620	895
20	20	USD	15500	3640	15620	3640
20	20	USD	15520	27415	15620	27415
20	20	USD	15520	12235	15615	12235
18	20	USD	15125	0	15615	2090
18	20	USD	15200	0	15615	500
18	20	USD	15540	0	15615	1770
19	20	USD	15125	0	15615	1430
19	20	USD	15200	0	15615	220
19	20	USD	15225	0	15615	370
20	20	AUD	9775	1470	10305	1470
20	20	AUD	10050	110	10305	110
20	20	AUD	10220	28420	10305	28420
20	20	AUD	10220	5445	10300	5445
18	20	AUD	9775	0	10300	225
18	20	AUD	9800	0	10300	545
18	20	AUD	10025	0	10300	4405
19	20	AUD	9775	0	10300	935
19	20	AUD	9800	0	10300	150
19	20	AUD	10125	0	10300	95
13	20	AUD	10310	0	10320	15515
13	20	AUD	10310	0	10320	110
13	20	AUD	10310	0	10320	1190
20	20	EUR	16500	300	17030	300
20	20	EUR	16775	100	17030	100
20	20	EUR	16930	4600	17030	4600
20	20	EUR	16930	3990	17025	3990
20	20	EUR	16930	4130	17020	4130
13	20	EUR	16950	0	17020	3815
20	20	JPY	104,5	10000	108	10000
20	20	JPY	104,5	245000	106,5	245000
20	20	JPY	104,5	136000	106	136000
20	20	JPY	104,7	30000	106	30000
20	20	JPY	105,5	26000	106	26000
11	20	JPY	105	0	106	5000

Hari Beli	Hari Jual	Mata Uang	Harga Beli	Unit Beli	Harga Jual	Unit Jual
21	21	USD	15200	635	15650	635
21	21	USD	15580	1650	15650	1650
21	21	USD	15600	16250	15650	16250
21	21	AUD	9900	655	10315	655
21	21	AUD	10075	200	10315	200
21	21	AUD	10260	10305	10315	10305
21	21	AUD	10260	1375	10310	1375
13	21	AUD	10310	0	10410	230
13	21	AUD	10350	0	10410	110
21	21	EUR	16950	500	17040	500
21	21	EUR	16990	8525	17040	8525
21	21	EUR	17000	1400	17040	1400
13	21	EUR	16950	0	17040	1350
11	21	JPY	102	0	106	10000
13	21	JPY	107	0	107,5	9000
21	21	JPY	105	101000	105,5	101000
13	21	JPY	107	0	107,5	16000
13	21	JPY	106,3	0	106,5	15000
22	22	USD	15660	13874	15725	13874
22	22	USD	15660	2296	15715	2296
22	22	USD	15500	421	15715	421
22	22	USD	15640	1155	15715	1155
13	22	AUD	10400	0	10410	5010
22	22	AUD	10000	480	10400	480
22	22	AUD	10000	220	10315	220
22	22	AUD	10075	150	10315	150
22	22	AUD	10260	10490	10315	10490
13	22	AUD	10400	0	10410	3150
22	22	EUR	16650	260	17055	260
22	22	EUR	16900	600	17055	600
22	22	EUR	17000	5870	17055	5870
13	22	EUR	16950	0	17055	1160
22	22	JPY	103,5	10000	106	10000
22	22	JPY	105,5	95000	106	95000
23	23	USD	15325	121	15950	121
23	23	USD	15325	1004	15775	1004

Hari Beli	Hari Jual	Mata Uang	Harga Beli	Unit Beli	Harga Jual	Unit Jual
23	23	USD	15450	600	15775	600
23	23	USD	15650	1185	15775	1185
14	23	AUD	10270	0	10315	2780
23	23	AUD	9925	420	10370	420
23	23	AUD	10075	325	10370	325
23	23	AUD	10280	10605	10370	10605
14	23	AUD	10270	0	10370	370
14	23	AUD	10270	0	10335	1295
23	23	EUR	16800	305	17150	305
23	23	EUR	16975	250	17150	250
23	23	EUR	17050	9180	17150	9180
23	23	EUR	17050	325	17100	325
13	23	EUR	16950	0	17100	800
23	23	JPY	102,5	1000	0	0
24	24	USD	15300	920	15820	920
24	24	USD	15750	885	15820	885
24	24	USD	15770	10045	15820	10045
24	24	USD	15770	7955	15810	7955
14	24	AUD	10300	0	10335	930
24	24	AUD	10200	200	10425	200
24	24	AUD	10275	100	10425	100
24	24	AUD	10370	6970	10425	6970
24	24	AUD	10370	6160	10410	6160
14	24	EUR	16960	0	17100	225
24	24	EUR	16675	150	17160	150
24	24	EUR	17025	300	17160	300
24	24	EUR	17100	2955	17160	2955
24	24	EUR	17100	940	17135	940
14	24	EUR	16960	0	17135	765
24	24	JPY	103,75	30000	108	30000
24	24	JPY	104,75	7000	108	7000
24	24	JPY	106,5	7000	108	7000
24	24	JPY	106,5	33000	107,25	33000
13	24	JPY	106,3	0	107,25	10000
25	25	USD	14000	17	15850	17
25	25	USD	15325	3545	15850	358

Hari Beli	Hari Jual	Mata Uang	Harga Beli	Unit Beli	Harga Jual	Unit Jual
25	25	USD	15675	980	0	0
25	25	AUD	9925	350	0	0
25	25	AUD	10000	205	0	0
25	25	AUD	10025	100	0	0
18	25	EUR	16500	0	17135	320
18	25	EUR	16750	0	17135	100
25	25	EUR	16675	160	0	0
25	25	EUR	16925	20	0	0
13	25	JPY	106,3	0	107	60000
25	25	JPY	102,25	5000	0	0
26	26	USD	14000	14	15900	14
26	26	USD	15325	11000	15900	136
26	26	USD	15425	970	0	0
26	26	AUD	9925	120	0	0
26	26	AUD	10000	1000	0	0
26	26	AUD	10300	50	0	0
26	26	EUR	16675	340	0	0
26	26	EUR	16800	360	0	0
26	26	JPY	103,25	11000	0	0
27	27	USD	15325	60	15850	60
27	27	USD	15325	340	15825	340
27	27	USD	15425	1435	15825	1435
27	27	USD	15575	690	15825	690
25	27	USD	15325	0	15825	3187
25	27	USD	15675	0	15825	980
26	27	USD	15325	0	15825	4518
26	27	USD	15325	0	15820	6346
26	27	USD	15425	0	15820	970
27	27	AUD	10150	335	10500	335
27	27	AUD	10250	780	10500	780
27	27	AUD	10330	885	10500	885
27	27	AUD	10330	7700	10425	7700
27	27	AUD	10330	26465	10415	26465
25	27	AUD	9925	0	10415	350
27	27	EUR	10000	50	17155	50
27	27	EUR	10025	255	17155	255

Hari Beli	Hari Jual	Mata Uang	Harga Beli	Unit Beli	Harga Jual	Unit Jual
27	27	EUR	9925	120	17145	120
27	27	EUR	10000	5	17145	5
18	27	EUR	16850	0	17145	20
27	27	JPY	103	10000	106,8	10000
27	27	JPY	103,25	33000	106,8	33000
27	27	JPY	106	254000	106,8	254000
13	27	JPY	106,3	0	106,8	2000
13	27	JPY	106,3	0	106,75	96000
28	28	USD	14900	315	16000	315
28	28	USD	14900	115	15805	115
28	28	USD	15425	9735	15805	9735
28	28	USD	15425	20000	15800	20000
25	28	AUD	10000	0	10415	205
25	28	AUD	10025	0	10415	100
26	28	AUD	9925	0	10415	120
26	28	AUD	10000	0	10415	1000
26	28	AUD	10300	0	10415	50
28	28	AUD	10000	125	10700	125
28	28	AUD	10000	440	10450	440
28	28	AUD	10025	800	10450	800
28	28	AUD	10400	10650	10450	10650
28	28	AUD	10400	20000	10430	20000
19	28	EUR	16500	0	17145	110
19	28	EUR	16600	0	17145	30
25	28	EUR	16675	0	17145	160
25	28	EUR	16925	0	17145	20
25	28	EUR	16675	0	17145	340
25	28	EUR	16800	0	17145	360
28	28	EUR	16575	120	17115	120
28	28	EUR	16600	350	17115	350
28	28	EUR	17030	3295	17115	3295
28	28	JPY	103,75	85000	108	85000
28	28	JPY	104	30000	108	30000
28	28	JPY	104	40000	107,2	40000
28	28	JPY	104,25	90000	107,2	90000
13	28	JPY	106,3	0	107,2	1000

Hari Beli	Hari Jual	Mata Uang	Harga Beli	Unit Beli	Harga Jual	Unit Jual
13	28	JPY	106,3	0	107,2	18000
29	29	USD	14900	2615	15805	2615
29	29	USD	15400	460	15805	460
29	29	USD	15550	350	15805	350
29	29	AUD	10025	3620	10450	3620
29	29	AUD	10200	460	10450	460
29	29	AUD	10300	6890	10450	6890
29	29	EUR	16575	140	17100	140
29	29	EUR	16850	440	17100	440
29	29	EUR	17020	2185	17100	2185
29	29	EUR	17020	2015	17065	2015
29	29	JPY	103,75	50000	107	50000
29	29	JPY	106,3	53000	107	53000
29	29	JPY	106,3	104000	106,8	104000
30	30	USD	15400	40	16000	40
30	30	USD	15400	1910	15780	1910
30	30	USD	15520	42	15780	42
30	30	USD	15720	6998	15780	6998
30	30	USD	15720	3052	15760	3052
30	30	AUD	10200	400	10550	400
30	30	AUD	10200	50	10370	50
30	30	AUD	10300	4800	10370	4800
30	30	AUD	10340	920	10370	920
30	30	AUD	10340	1875	10350	1875
30	30	EUR	16850	500	17250	500
30	30	EUR	16950	250	17250	250
30	30	EUR	17000	290	17250	290
30	30	EUR	17000	5180	17070	5180
30	30	JPY	104,5	20000	107,4	20000
30	30	JPY	105	1000	107,4	1000
30	30	JPY	107	160000	107,4	160000
13	30	JPY	106,3	0	107,4	23000

Lampiran 2. Rincian Pendapatan Harian per Mata Uang

Hari ke-	Mata Uang	Pendapatan	Total Pendapatan Harian
1	USD	Rp1.490.975	3.492.500
	AUD	Rp1.483.950	
	EUR	Rp411.175	
	JPY	Rp106.400	
2	USD	Rp1.691.125	3.950.775
	AUD	Rp1.473.950	
	EUR	Rp635.700	
	JPY	Rp150.000	
3	USD	Rp1.156.375	-46.928.600
	AUD	-Rp48.723.900	
	EUR	Rp514.475	
	JPY	Rp124.450	
4	USD	-Rp17.865.000	-51.254.000
	AUD	-Rp8.827.500	
	EUR	-Rp8.884.250	
	JPY	-Rp15.677.250	
5	USD	-Rp21.452.500	-66.694.000
	AUD	-Rp43.230.000	
	EUR	-Rp1.292.000	
	JPY	-Rp719.500	
6	USD	Rp41.486.485	190.913.635
	AUD	Rp108.476.500	
	EUR	Rp23.266.350	
	JPY	Rp17.684.300	
7	USD	Rp191.040	506.190
	AUD	Rp258.050	
	EUR	Rp32.100	
	JPY	Rp25.000	
8	USD	Rp1.977.955	4.289.730
	AUD	Rp1.810.275	
	EUR	Rp376.000	
	JPY	Rp125.500	
9	USD	Rp1.454.750	1.074.200
	AUD	Rp680.425	

Hari ke-	Mata Uang	Pendapatan	Total Pendapatan Harian
	EUR	Rp1.031.925	
	JPY	-Rp2.092.900	
10	USD	Rp1.045.250	4.541.400
	AUD	Rp561.200	
	EUR	Rp416.600	
	JPY	Rp2.518.350	
11	USD	-Rp44.390.250	-71.443.875
	AUD	-Rp18.120.750	
	EUR	-Rp8.407.875	
	JPY	-Rp525.000	
12	USD	-Rp42.599.000	-102.667.750
	AUD	-Rp28.215.250	
	EUR	-Rp30.833.500	
	JPY	-Rp1.020.000	
13	USD	Rp89.720.290	-437.810.460
	AUD	-Rp335.745.000	
	EUR	-Rp169.728.300	
	JPY	-Rp22.057.450	
14	USD	-Rp130.944.895	-219.334.720
	AUD	-Rp71.144.600	
	EUR	-Rp16.189.575	
	JPY	-Rp1.055.650	
15	USD	Rp134.133.000	221.897.350
	AUD	Rp62.327.875	
	EUR	Rp25.416.475	
	JPY	Rp20.000	
16	USD	Rp1.652.325	92.527.550
	AUD	Rp29.805.725	
	EUR	Rp61.059.500	
	JPY	Rp10.000	
17	USD	Rp1.129.850	54.615.550
	AUD	Rp48.056.975	
	EUR	Rp5.055.525	
	JPY	Rp373.200	
18	USD	-Rp66.717.050	-126.010.300
	AUD	-Rp51.700.500	

Hari ke-	Mata Uang	Pendapatan	Total Pendapatan Harian
	EUR	-Rp7.292.000	
	JPY	-Rp300.750	
19	USD	-Rp30.606.000	-40.867.000
	AUD	-Rp11.571.500	
	EUR	Rp2.313.000	
	JPY	-Rp1.002.500	
20	USD	Rp104.585.850	414.532.850
	AUD	Rp242.309.450	
	EUR	Rp66.326.550	
	JPY	Rp1.311.000	
21	USD	Rp1.213.750	34.540.750
	AUD	Rp4.460.750	
	EUR	Rp23.531.250	
	JPY	Rp5.335.000	
22	USD	Rp1.205.230	106.602.280
	AUD	Rp85.019.600	
	EUR	Rp20.304.950	
	JPY	Rp72.500	
23	USD	Rp870.550	62.666.450
	AUD	Rp47.133.650	
	EUR	Rp14.764.750	
	JPY	-Rp102.500	
24	USD	Rp1.360.800	30.199.325
	AUD	Rp10.301.300	
	EUR	Rp17.279.225	
	JPY	Rp1.258.000	
25	USD	-Rp63.982.875	-60.410.175
	AUD	-Rp6.526.250	
	EUR	Rp4.190.200	
	JPY	Rp5.908.750	
26	USD	-Rp181.348.250	-205.907.500
	AUD	-Rp11.706.000	
	EUR	-Rp11.717.500	
	JPY	-Rp1.135.750	
27	USD	Rp254.127.245	-432.905.655
	AUD	Rp7.088.975	

Hari ke-	Mata Uang	Pendapatan	Total Pendapatan Harian
	EUR	Rp3.420.925	
	JPY	-Rp697.542.800	
28	USD	Rp11.649.875	49.694.575
	AUD	Rp17.120.125	
	EUR	Rp18.013.025	
	JPY	Rp2.911.550	
29	USD	Rp2.642.125	6.029.700
	AUD	Rp2.687.000	
	EUR	Rp448.975	
	JPY	Rp251.600	
30	USD	Rp1.302.680	5.119.480
	AUD	Rp512.100	
	EUR	Rp710.100	
	JPY	Rp2.594.600	

Lampiran 3. Program *Python* Pemrograman Linear

```

from google.colab import files
import pandas as pd
import io
import pulp
import numpy as np

# === Upload dan baca data ===
uploaded = files.upload()
filename = next(iter(uploaded))
data_raw = pd.read_excel(io.BytesIO(uploaded[filename]))

# Membersihkan data numerik dan mengatur tipe
numerik_kolom = ['Harga Beli', 'Harga Jual', 'Unit Beli', 'Unit Jual']
for kolom in numerik_kolom:
    if kolom in data_raw.columns:
        data_raw[kolom] = data_raw[kolom].astype(float)

if 'Hari Beli' in data_raw.columns:
    data_raw['Hari Beli'] = data_raw['Hari Beli'].astype(int)
if 'Hari Jual' in data_raw.columns:
    data_raw['Hari Jual'] = data_raw['Hari Jual'].astype(int)

# Daftar mata uang
mata_uang = ['USD', 'AUD', 'EUR', 'JPY']

# Parameter umum
NUM_HARI = 30
BLOCK_SIZE = 7
MODAL_HARIAN = 1_000_000_000 # Rp 1 miliar

# Fungsi untuk menentukan range blok jual

def get_block_range(index, block_size=7, total_days=30):
    start = index
    end = min(index + block_size - 1, total_days - 1)
    return start, end

# Fungsi optimasi untuk tiap mata uang

def optimasi_mata_uang(data, mata_uang):
    data_mata_uang = data[data['Mata Uang'] == mata_uang]

    harga_beli = data_mata_uang.groupby('Hari Beli')['Harga
    Beli'].mean().reindex(range(1, NUM_HARI + 1), fill_value=0).values

```

```

harga_jual = data_mata_uang.groupby('Hari Jual')['Harga
Jual'].mean().reindex(range(1, NUM_HARI + 1), fill_value=0).values
jumlah_beli = data_mata_uang.groupby('Hari Beli')['Unit
Beli'].sum().reindex(range(1, NUM_HARI + 1), fill_value=0).values

prob = pulp.LpProblem(f"Optimasi_Keuntungan_{mata_uang}",
pulp.LpMaximize)
x = {}

# Variabel keputusan
for i in range(NUM_HARI):
    start_block, end_block = get_block_range(i, BLOCK_SIZE, NUM_HARI)
    min_jual = i + 1
    for j in range(min_jual - 1, end_block + 1):
        if i < NUM_HARI and j < NUM_HARI:
            x[(i, j)] = pulp.LpVariable(f"x_{i}_{j}", cat='Binary')

# Fungsi objektif: maksimalkan keuntungan
prob += pulp.lpSum([
    (harga_jual[j] - harga_beli[i]) * jumlah_beli[i] * x[(i, j)]
    for (i, j) in x.keys()
]), "Total_Keuntungan"

# Batasan 1: setiap hari beli hanya boleh dijual maksimal sekali
for i in range(NUM_HARI):
    start_block, end_block = get_block_range(i, BLOCK_SIZE, NUM_HARI)
    vars_i = [x[(i, j)] for j in range(i+1, end_block+1) if (i, j) in x]
    prob += pulp.lpSum(vars_i) <= 1, f"Penjualan_Hari_Beli_{i}"

# Batasan 2: modal harian maksimum
for d in range(NUM_HARI):
    modal_terpakai = []
    for i in range(d + 1):
        start_block, end_block = get_block_range(i, BLOCK_SIZE, NUM_HARI)
        for j in range(i+1, end_block+1):
            if (i, j) in x and i < d < j:
                if i < NUM_HARI and j < NUM_HARI:
                    modal_terpakai.append(harga_beli[i] * jumlah_beli[i] * x[(i, j)])

    prob += pulp.lpSum(modal_terpakai) <= MODAL_HARIAN,
f"Modal_Harian_Hari_{d}"

# Penyelesaian masalah optimasi
status = prob.solve()
print(f"Status solusi untuk {mata_uang}: {pulp.LpStatus[status]}")

```

```

total_profit = 0
if pulp.LpStatus[status] == 'Optimal':
    print(f"\nStrategi jual beli terbaik untuk {mata_uang}:")
    for i in range(NUM_HARI):
        _, end_block = get_block_range(i)
        sold = False
        for j in range(i + 1, end_block + 1):
            if (i, j) in x and pulp.value(x[(i, j)]) == 1:
                print(f"Hari beli {i + 1} dijual pada hari {j + 1}")
                sold = True
        if not sold:
            print(f"Hari beli {i + 1} tidak dijual")
    total_profit = pulp.value(prob.objective)
    print(f"\nTotal keuntungan optimal {mata_uang}: Rp {total_profit:,.0f}")
else:
    print(f"Tidak ditemukan solusi optimal untuk {mata_uang}.")

return total_profit

# Hitung total keuntungan semua mata uang
total_keuntungan = sum(optimasi_mata_uang(data_raw, cur) for cur in
mata_uang)

print(f"\nTotal keuntungan keseluruhan: Rp {total_keuntungan:,.0f}")

```

Lampiran 4. Program *Python* Algoritma Genetika

```

from google.colab import files
import pandas as pd
import io
import random
import numpy as np

# Parameter
NUM_HARI = 30
POP_SIZE = 100
MAX_GENERATIONS = 500
MODAL_HARIAN = 1_000_000_000 # Rp 1 miliar
BLOCK_SIZE = 7
MAX_LAG = 6
DAFTAR_MATA_UANG = ['USD', 'AUD', 'EUR', 'JPY']
INVALID_SELL_DAYS = [3, 4, 10, 11, 17, 18, 24, 25] # Index hari Sabtu/Minggu
(0-based)

```

```

# Fungsi Validasi Hari Jual
def valid_day_for_sell(hari_jual):
    return hari_jual not in INVALID_SELL_DAYS

# Inisialisasi Populasi
def inisialisasi_populasi(n_individu, n_hari, mata_uang_list):
    populasi = []
    for _ in range(n_individu):
        kromosom = {}
        for mata_uang in mata_uang_list:
            kromosom[mata_uang] = []
            for i in range(n_hari):
                min_jual = i + 1
                max_jual = min(i + MAX_LAG, n_hari - 1)
                valid_jual = [h for h in range(min_jual, max_jual + 1) if
valid_day_for_sell(h)]
                if valid_jual:
                    kromosom[mata_uang].append(random.choice(valid_jual))
                else:
                    fallback_jual = list(range(min_jual, max_jual + 1))
                    kromosom[mata_uang].append(random.choice(fallback_jual) if
fallback_jual else i)
            populasi.append(kromosom)
    return populasi

# Fungsi Evaluasi Fitness
def hitung_keuntungan_multi(kromosom, data_dict, modal_harian):
    total_profit = 0
    modal_per_hari = {i: 0 for i in range(NUM_HARI)}
    for mata_uang, krom in kromosom.items():
        harga_beli = data_dict[mata_uang]["harga_beli"]
        harga_jual = data_dict[mata_uang]["harga_jual"]
        unit_beli = data_dict[mata_uang]["unit_beli"]
        for hari_beli, hari_jual in enumerate(krom):
            if hari_jual <= hari_beli:
                continue
            jumlah_beli = unit_beli[hari_beli]
            modal = harga_beli[hari_beli] * jumlah_beli
            modal_per_hari[hari_beli] += modal
            if modal_per_hari[hari_beli] > modal_harian:
                continue
            profit = (harga_jual[hari_jual] - harga_beli[hari_beli]) * jumlah_beli
            total_profit += profit

```

```

return total_profit

# Crossover dan Mutasi
def crossover(parent1, parent2):
    child = {}
    for mata_uang in parent1:
        krom1 = parent1[mata_uang]
        krom2 = parent2[mata_uang]
        n = len(krom1)
        block = random.randint(0, (n + BLOCK_SIZE - 1) // BLOCK_SIZE - 1)
        start = block * BLOCK_SIZE
        end = min(start + BLOCK_SIZE, n)
        child[mata_uang] = krom1[:start] + krom2[start:end] + krom1[end:]
        child_krom = []
        for i, hari_jual in enumerate(child[mata_uang]):
            if not valid_day_for_sell(hari_jual) or hari_jual <= i:
                valid_jual_fallback = [h for h in range(i + 1, NUM_HARI) if
valid_day_for_sell(h)]
                child_krom.append(random.choice(valid_jual_fallback) if
valid_jual_fallback else i)
            else:
                child_krom.append(hari_jual)
        child[mata_uang] = child_krom
    return child

def mutasi(kromosom, probab_mutasi=0.1):
    for mata_uang in kromosom:
        for i in range(NUM_HARI):
            if random.random() < probab_mutasi:
                min_jual = i + 1
                max_jual = min(i + MAX_LAG, NUM_HARI - 1)
                valid_jual = [h for h in range(min_jual, max_jual + 1) if
valid_day_for_sell(h)]
                if valid_jual:
                    kromosom[mata_uang][i] = random.choice(valid_jual)
    return kromosom

# Proses Evolusi
def evolusi(populasi, data_dict, modal_harian):
    for _ in range(MAX_GENERATIONS):
        populasi = sorted(populasi, key=lambda x: -hitung_keuntungan_multi(x,
data_dict, modal_harian))
        next_gen = populasi[:10]

```

```

while len(next_gen) < POP_SIZE:
    p1, p2 = random.sample(populasi[:50], 2)
    child = crossover(p1, p2)
    child = mutasi(child)
    next_gen.append(child)
populasi = next_gen
return populasi[0]

# Pemanggilan Data
uploaded = files.upload()
filename = next(iter(uploaded))
data_raw = pd.read_excel(io.BytesIO(uploaded[filename]))

# Pembersihan dan konversi tipe
for kolom in ['Harga Beli', 'Harga Jual', 'Unit Beli', 'Unit Jual']:
    if kolom in data_raw.columns:
        data_raw[kolom] = data_raw[kolom].astype(float)
if 'Hari Beli' in data_raw.columns:
    data_raw['Hari Beli'] = data_raw['Hari Beli'].astype(int)
if 'Hari Jual' in data_raw.columns:
    data_raw['Hari Jual'] = data_raw['Hari Jual'].astype(int)

# Persiapan data per mata uang
mata_uang_data = {}
for mata_uang in DAFTAR_MATA_UANG:
    data = data_raw[data_raw['Mata Uang'] == mata_uang]
    harga_beli = data.groupby('Hari Beli')['Harga Beli'].mean().reindex(range(NUM_HARI), fill_value=0).values
    harga_jual = data.groupby('Hari Jual')['Harga Jual'].mean().reindex(range(NUM_HARI), fill_value=0).values
    unit_beli = data.groupby('Hari Beli')['Unit Beli'].sum().reindex(range(NUM_HARI), fill_value=0).values
    mata_uang_data[mata_uang] = {
        'harga_beli': harga_beli,
        'harga_jual': harga_jual,
        'unit_beli': unit_beli
    }

# Jalankan Algoritma Genetika
populasi_multi = inisialisasi_populasi(POP_SIZE, NUM_HARI, DAFTAR_MATA_UANG)
best_kromosom_multi = evolusi(populasi_multi, mata_uang_data, MODAL_HARIAN)

```

```

total_profit_multi      =      hitung_keuntungan_multi(best_kromosom_multi,
mata_uang_data, MODAL_HARIAN)

# Output Strategi Terbaik
for mata_uang in DAFTAR_MATA_UANG:
    print(f"\nStrategi {mata_uang}:")
    for hari_beli, hari_jual in enumerate(best_kromosom_multi[mata_uang]):
        print(f"Hari {hari_beli+1} -> Hari {hari_jual+1}")

print(f"\nTotal keuntungan optimal (gabungan semua mata uang): Rp
{total_profit_multi:,.0f}")

```

Lampiran 5. Daftar Pertanyaan Wawancara

1. Sejak kapan PT Bali Primadana Gemilang berdiri dan beroperasi secara resmi sebagai KUPVA BB?
2. Berapa cabang aktif yang saat ini dimiliki oleh PT Bali Primadana Gemilang?
3. Mata uang apa saja yang paling sering ditransaksikan di perusahaan?
4. Bagaimana proses penentuan harga kurs jual dan beli setiap harinya?
5. Bagaimana strategi jual-beli valuta asing yang saat ini diterapkan oleh perusahaan?
6. Apakah ada pola tetap dalam menentukan kapan mata uang dijual kembali setelah dibeli?
7. Bagaimana perusahaan menghadapi hari-hari tanpa operasional (misalnya Sabtu, Minggu, hari libur)?
8. Adakah batas maksimal modal yang digunakan dalam satu hari untuk transaksi?
9. Seberapa lengkap data transaksi yang dimiliki perusahaan (misal: tanggal, jumlah unit, jenis mata uang, kurs beli, kurs jual)?
10. Apakah data pendapatan harian dan bulanan selalu dianalisis secara mendalam?
11. Dalam kondisi apa saja perusahaan mengalami kerugian (misal: karena keterlambatan jual atau volatilitas pasar)?
12. Apa saja tantangan utama dalam mengelola strategi penjualan valuta asing selama ini?
13. Pernahkah perusahaan mencoba metode optimasi atau analisis data sebelumnya untuk meningkatkan pendapatan?
14. Apakah pada kurs beli harganya semua seragam tiap mata uang, atau ada beberapa yang berbeda tiap pecahan mata uangnya?