Perbandingan Keuntungan Maksimal dan Analisis Sensitivitas Produksi Kopi Bubuk Menggunakan Metode Simulasi Monte Carlo dan Metode Simpleks

(Studi Kasus: Akarosta Coffee Roastery & Storehouse Toraja)

YELNY ALISYA UPA’

H011201041

PROGRAM STUDI MATEMATIKA DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024

Perbandingan Keuntungan Maksimal dan Analisis Sensitivitas Produksi Kopi Bubuk Menggunakan Metode Simulasi Monte Carlo dan Metode Simpleks

(Studi Kasus: Akarosta Coffee Roastery & Storehouse Toraja)

YELNY ALISYA UPA'

H011201041

PROGRAM STUDI MATEMATIKA DEPARTEMEN MATEMATIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2024

Perbandingan Keuntungan Maksimal dan Analisis Sensitivitas Produksi Kopi Bubuk Menggunakan Metode Simulasi Monte Carlo dan Metode Simpleks

(Studi Kasus: Akarosta Coffee Roastery & Storehouse Toraja)

YELNY ALISYA UPA’

H011201041

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

2024

SKRIPSI

Perbandingan Keuntungan Maksimal dan Analisis Sensitivitas Produksi Kopi Bubuk Menggunakan Metode Simulasi Monte Carlo dan Metode Simpleks

(Studi Kasus: Akarosta Coffee Roastery & Storehouse Toraja)

YELNY ALISYA UPA'

H011201041

Skripsi,

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana pada tanggal 2 Desember 2024

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

pada

Program Studi Matematika

Departemen Matematika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Hasanuddin

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN UNIVERSITAS HASANUDDIN DEPARTEMEN MATEMATIKA FAKULTAS MIPA

Mengesahkan:
Pembimbing Tugas Akhir,

Prof. Dr. Aidawayati Rangkuti, M.S.
NIP.195707051985032001

Mengetahui:
Ketua Program Studi,

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

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSIDAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Perbandingan Keuntungan Maksimal dan Analisis Sensitivitas Produksi Kopi Bubuk Menggunakan Metode Simulasi Monte Carlo dan Metode Simpleks (Studi Kasus: Akarosta Coffee Roastery & Storehouse Toraja)" adalah benar karya saya dengan arahan dari Prof. Dr. Aidawayati Rangkuti, M.S, sebagai pembimbing tugas akhir. 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 dibuktikanbahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka sayabersedia 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, 2 Desember 2024

10000
METERAI TEMPEL
881ALX439876301

YELNY ALISYA UPA'
H011201041

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan pertolongannya sehingga tugas akhir dengan judul "Perbandingan Keuntungan Maksimal dan Analisis Sensitivitas Produksi Kopi Bubuk Menggunakan Metode Simulasi Monte Carlo dan Metode Simpleks (Studi Kasus: Akarosta Coffee Roastery & Storehouse)" dapat penulis selesaikan dengan segala keterbatasan yang dimiliki. Skripsi ini merupakan tugas akhir untuk mencapai gelar Sarjana Matematika pada Program Studi Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari bahwa penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari dukuangan dan bantuan banyak pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua **Rosdiana Tandi Ampang** dan **Oktovianus Sanday** dan kakak **Millenia Olvina Sanna** yang selalu dengan sabar mendoakan, memberi kasih sayang, motivasi dan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan studi hingga mencapai gelar Sarjana Matematika.
2. Ibu **Prof. Dr. Hj. Aidawayati Rangkuti, M.S.** selaku dosen pembimbing atas kesediaan dan kesabarannya dalam membimbing dan memberikan arahan kepada penulis, serta meluangkan banyak waktu sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Ibu **Prof. Dr. Hasmawati, M.Si** dan **Ibu Naimah Aris, S.Si., M.Math** selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan arahan kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak **Dr.Firman, S.Si.,M.Si.** selaku ketua Departemen Matematika
5. Seluruh **dosen** dan **staff** Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas hasanuddin yang telah memberikan ilmunya kepada penulis dan membantu pengurusan selama menjadi mahasiswa.
6. Teman-teman seperjuangan **Matematika 2020, MIPA 2020, Elsah, Tina, dan Dea** yang telah menemani dan mendukung serta berjuang bersama selama perkuliahan, terima kasih untuk setiap waktu, cerita, dan suka duka selama perkuliahan.
7. Teman-teman Toraja **Melani, Amel, Fabel, Indri** yang selalu menemani dan berbagi suka duka sebagai anak kuliahan dan anak kos. Terima kasih untuk waktu yang selalu diluangkan dan dukungan serta semangat yang diberikan.
8. Teman **KKN Unhas gelombang 110 Desa Batara**, Kabupaten Pangkep yang mewarnai masa KKN
9. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam bentuk apapun.

10. **Untuk diri sendiri Yelny Alisya Upa'** terima kasih sudah bertahan dan berjuang sampai saat ini, terima kasih karena tidak menyerah dan tidak memilih untuk mundur dari sesuatu yang sudah dimulai meskipun sangat berat. Terima kasih untuk tetap percaya kepada Tuhan bahwa semua akan terlewati.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak untuk perbaikan dan pengembangan penelitian lebih lanjut. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi siapapun yang membacanya.

Penulis

Yelny Alisya Upa'

ABSTRAK

YELNY ALISYA UPA'. **Perbandingan Keuntungan Maksimal dan Analisis Sensitivitas Produksi Kopi Bubuk Menggunakan Metode Simulasi Monte Carlo dan Metode Simpleks (Studi Kasus: Akarosta Coffee Roastery & Storehouse Toraja)** (dibimbing oleh Prof. Dr. Aidawayati Rangkuti, M.S.).

Industri kopi bubuk sering kali menghadapi tantangan dalam mengoptimalkan keuntungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan keuntungan produksi kopi bubuk di Akarosta Coffee Roastery & Storehouse dengan menggunakan metode Simulasi Monte Carlo, Metode Simpleks dengan analisis sensitivitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Simulasi monte carlo lebih menguntungkan dibandingkan dengan metode Simpleks. Akarosta Coffee Roastery & Storehouse akan memperoleh keuntungan sebesar Rp913.855 dengan memproduksi kopi dalam kemasan ukuran 150 gr sebanyak 58 kemasan, ukuran 250 gr sebanyak 42 kemasan, ukuran 500 gr sebanyak 21 kemasan dan ukuran 1kg sebanyak 10 kemasan. Sedangkan metode simpleks menghasilkan keuntungan sebesar Rp854.432 jika memproduksi kopi kemasan 150 gr sebanyak 90 kemasan dan ukuran 1 kg sebanyak 15 kemasan. Pada analisis sensitivitas keuntungan yang diperoleh sebesar Rp1.669.394 dengan menaikkan keuntungan masing-masing produk dan menambah bahan baku.

Kata kunci: Keuntungan maksimal, Simulasi Monte Carlo, Metode Simpleks, Analisis sensitivitas

ABSTRACT

YELNY ALISYA UPA'. **Comparison of Maximum Profit and Analysis of Sensitivity of Ground Coffee Production Using Monte Carlo Simulation Method and Simplex Method (Case Study: Akarosta Coffee Roastery & Storehouse Toraja)** (supervised by Prof. Dr. Aidawayati Rangkuti, M.S.).

The ground coffee industry often faces challenges in optimizing profits. This study aims to optimize the profit of ground coffee production in Akarosta Coffee Roastery & Storehouse by using the Monte Carlo Simulation method, the Simplex Method with sensitivity analysis. The results show that the monte carlo simulation is more advantageous compared to the Simplex method. Akarosta Coffee Roastery & Storehouse will make a profit of IDR 913,855 by producing 58 packages of coffee in 150 grams of coffee, 42 packages of 250 grams of coffee, 21 packages of 500 grams and 10 packages of 1kg. Meanwhile, the simplex method produces a profit of IDR 854,432 if producing 90 packages of 150 gr packaged coffee and 15 packages of 1 kg size. In the sensitivity analysis, the profit obtained was IDR 1,669,394 by increasing the profit of each product and adding raw materials.

Keywords: Maximum gains, Monte Carlo simulation, Simplex method, Sensitivity analysis

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

DAFTAR LAMPIRAN

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring bertambahnya waktu, jumlah perusahaan dan industri, baik kecil maupun besar semakin bertambah. Hal ini menyebabkan persaingan bisnis semakin sulit dan ketat. Kondisi inilah yang menyebabkan banyak perusahaan berlomba-lomba untuk mendapatkan hasil yang berkualitas dan menjadi yang terbaik dibidangnya.

Metode Monte Carlo merupakan metode analisis numerik yang melibatkan pengambilan sampel eksperimen bilangan acak. Simulasi menggunakan metode Monte Carlo digunakan untuk mengetahui preksi permintaan.(Donoriyanto & Naim. 2020).

Riset Operasi adalah metode untuk memformulasikan dan merumuskan permasalahan sehari-hari baik mengenai bisnis, ekonomi, sosial maupun bidang lainnya ke dalam pemodelan matematis untuk mendapatkan solusi optimal. Banyak permasalahan terselesaikan dengan menggunakan model riset operasi, antara lain penggunaan linier programming untuk penyelesaian permasalahan yang berkendala, penerapan teori antrian, teori persediaan, teori permainan, dan program simulasi.(Gultom, P. dkk. 2022).

Pemrograman linear (*linier programming*) merupakan suatu metode untuk membuat keputusan di antara berbagai alternatif kegiatan pada waktu kegiatan-kegiatan tersebut dibatasi oleh kegiatan-kegiatan tertentu. Keputusan yang akan diambil dinyatakan sebagai fungsi tujuan, sedangkan kendala-kendala yang dihadapi dalam membuat keputusan tersebut dinyatakan dalam bentuk fungsi kendala. Cara paling mudah untuk menyelesaikan masalah pemrograman linear yang mengandung dua variabel keputusan adalah dengan metode grafik dan tiga variabel dengan metode simpleks. (Rangkuti, A. 2022).

Metode grafik tidak dapat menyelesaikan persoalan program linear yang memiliki variabel keputusan lebih besar dari dua, hanya metode simpleks yang dapat digunakan. Metode simpleks adalah suatu metode yang secara sistematis dimulai dari suatu pemecahan dasar yang fisibel ke pemecahan dasar fisibel lainnya, dan ini dilakukan berulang-ulang (dengan jumlah ulangan yang terbatas) sehingga akhirnya tercapai suatu pemecahan dasar yang optimal, dan pada setiap step menghasilkan suatu nilai dari fungsi tujuan yang selalu lebih besar, lebih kecil atau sama dari step-step sebelumnya (Rangkuti, A. 2022).

Selain mencari solusi yang optimal, seringkali sangat berguna jika dilakukan suatu analisis untuk mengamati perubahan-perubahan yang terjadi pada koefisien fungsi tujuan dan konstanta ruas kanan fungsi kendala. Analisis tersebut dinamakan analisis sensitivitas. Analisis sensitivitas ini menjelaskan sampai sejauh mana koefisien fungsi tujuan dan nilai ruas kanan kendala boleh berubah tanpa mempengaruhi solusi optimal (Utami *et al* 2020).

Simulasi Monte Carlo dan pemrograman linear dapat membantu perusahaan dalam meningkatkan keuntungan serta menentukan strategi dan kebijakan yang optimal. Namun, masih banyak perusahaan yang belum memahami simulasi dan pemrograman linear. Kurangnya pengetahuan ini menyebabkan perusahaan tidak menggunakan ilmu matematika tersebut untuk mencapai hasil yang optimal.

Dalam beberapa bidang perindustrian sering ditemui permasalahan tentang pengoptimalan hasil produksi agar mendapatkan keuntungan yang maksimum. Ketidaksesuaian antara jumlah barang yang ingin diproduksi dan sumber daya yang tersedia menjadi faktor penentu dalam proses produksi. Permasalahan yang berkaitan dengan proses memaksimalkan keuntungan suatu produk adalah proses mencari solusi untuk mencapai produksi yang optimal. Adapun faktor-faktor, tingkat keuntungan, dan produk yang dihasilkan memiliki hubungan yang linear, oleh karena itu diperlukan pemecahan masalah optimalisasi, yakni simulasi monte carlo dan analisis pemrograman linear dengan metode simpleks. Kedua metode ini dapat membantu suatu industri untuk mencapai keuntungan yang maksimal atau optimum.

Akarosta coffee roastery & strorehouse adalah salah satu industri pengolahan kopi yang berada di Kabupaten Tana Toraja. Kopi merupakan komoditas sangat berpotensi ekspor di Toraja, oleh karena itu, banyak yang memproduksi kopi. Kurangnya pengetahuan Akarosta coffee roastery & strorehouse tentang pengaplikasian matematika sehingga tidak menerapkan linear programing untuk meningkatkan keuntungan dan efisiensinya. Selama ini jumlah produksi Akarosta Coffee Roastery & Strorehouse hanya ditentukan dengan cara mencoba-coba, sehingga tidak bisa menghasilkan keuntungan yang maksimal, yang mana hanya mendapatkan keuntungan sekitar Rp500.000.

Berdasarkan penelitian terdahulu yang pernah dilakukan oleh Naim dan Donoriyanto yang berjudul “Pengendalian Persediaan Obat di Apotek XYZ dengan Menggunakan Simulasi Monte Carlo” diperoleh kesimpulan bahwa untuk total persediaan satu periode kedepan yang di dapat dari hasil peramalan untuk masing-masing obat yaitu; Supertetra sebanyak 8480 Strip, Glibenclamide sebanyak 7870 blister, Simvastatin sebanyak 7210 strip, Planotab sebanyak 4340 amplop, dan Kalmethasone sebanyak 4140 blister. Dengan Total Cost metode usulan sebesar Rp 168.769.325,07 yang mana ternyata lebih hemat 7,71% dari pada Total Cost Rill.

Penelitian yang pernah dilakukan Fachraini *et al* (2020) dengan judul “Mengoptimalkan Penjualan Jus Ainun Menggunakan Metode Simpleks Dalam Linear Programming”. Diperoleh jumlah penjualan jus pada home industry Ainun yang optimal setelah diterapkan algoritma linear programming dengan metode simpleks yaitu jika menambah penjualan sebesar 5 cup jus alpukat dan 4 cup jus tiung serta tingkat keuntungan akhir optimal sebesar Rp.1.600.000 yang mengalami peningkatan sebesar Rp. 613.000 dari keuntungan sebelum menggunakan metode simpleks.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka penulis bertujuan untuk menganalisis keuntungan maksimal produksi kopi bubuk menggunakan simulasi monte carlo dan metode simpleks serta analisis sensitivitas di Akarosta Coffee Roastery & Strorehouse Toraja.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana keuntungan maksimal yang diperoleh dalam produksi kopi bubuk di Akarosta coffee roastery & strorehouse dengan menggunakan metode simulasi monte carlo dan metode simpleks?
2. Bagaimana hasil analisis sensitivitas terhadap perubahan-perubahan koefisien tujuan dan konstanta ruas kanan fungsi kendala?

1.3 Batasan masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, maka peneliti membatasi masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan data produksi yang terdiri dari 2 kendala yang dihasilkan yaitu berupa biji kopi dan kemasan, serta fungsi tujuan yaitu X_1 (kopi yang dikemas dengan ukuran 150 gr), X_2 (kopi yang dikemas dengan ukuran 250 gr), X_3 (kopi yang dikemas dengan ukuran 500 gr), X_4 (kopi yang dikemas dengan ukuran 1.000 gr).
2. Penelitian ini hanya menggunakan 1.000 iterasi pada metode simulasi monte carlo

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah dijelaskan, maka penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui dan membandingkan keuntungan maksimal yang diperoleh dalam produksi kopi bubuk di Akarosta coffee roastery & strorehouse menggunakan metode simulasi monte carlo dan metode simpleks.
2. Mengetahui hasil analisis sensitivitas terhadap perubahan-perubahan koefisien fungsi tujuan dan konstanta ruas kanan fungsi kendala.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagi Perusahaan

   Penelitian menggunakan metode simulasi monte carlo dan metode simpleks serta analisis sensitivitas pada perusahaan kopi ini dapat memberikan beberapa manfaat:

   a. Membantu perusahaan dalam meningkatkan keuntungan dan mengelola sumber dayanya secara efisien.
   b. Membantu perusahaan dalam membuat keputusan yang lebih baik terkait produksi dan penjualan kopi.
2. Bagi pembaca

   Manfaat yang dapat diperoleh pembaca dari penelitian ini, yaitu:

   a. Menambah pengetahuan pembaca dengan penerapan metode simulasi monte carlo dan metode simpleks dengan analisis sensitivitas dalam industri dan bisnis.
   b. Memberikan informasi bagi pengembangan ilmu atau penelitian berikutnya.

3. Bagi penulis

   Penelitian ini digunakan sebagai sarana untuk mengaplikasikan pengetahuan peneliti terkait ilmu yang telah diperoleh selama perkuliahan, khususnya pada materi riset operasi metode monte carlo dan simpleks serta dapat menambah pengetahuan tentang produksi kopi bubuk.

1.6 Landasan Teori

1.6.1 Simulasi Monte Carlo

Simulasi merupakan alat yang sering digunakan dalam mempelajari atau menganalisis perilaku kerja dari suatu system atau proses oleh manajemen dalam menyelesaiakan pekerjaannya.

Monte Carlo adalah suatu metode yang digunakan untuk menghasilkan outcome dari suatu probabilitas. proses random dalam Monte Carlo menggunakan angka-angka random. Angka random ini adalah suatu set angkat yang kemungkinan timbulnya adalah sama (probabilitas timbulnya adalah sama (probabilitas timbulnya angka tersebut sama) dan pola angka yang timbul tidak dapat diidentifikasi. Angka random yang dipakai dalam simulasi Monte Carlo ini dihasilkan komputer.

Simulasi monte carlo memiliki sifat dasar stokastik yang artinya metode ini berdasarkan pada penggunaan angka-angka yang bersifat acak (random number) dan kemungkinan untuk mengidentifikasi sebuah masalah. Simulasi Monte Carlo merupakan metode simulasi yang dapat dibangun dengan spreadsheet pada Microsoft Excel.

Bilangan acak merupakan bilangan yang tidak dapat diprediksi kemunculannya, bilangan acak dapat dibangkitkan dengan pola tertentu yang dinamakan dengan distribusi mengikuti fungsi distribusi yang ditentukan. Banyak algoritma atau metode distribusi yang dapat digunakan untuk membangkitkan bilangan acak. Bilangan acak (random number) banyak digunakan di dalam kriptografi (keamanan data). Monte carlo ini memberikan solusi praktis untuk mengangkut masalah yang muncul dalam efek visual, animasi fitur, desain arsitektur, dan visualisasi produk, dan saat ini banyak digunakan untuk merender gambar dalam industri.

Langkah-langkah dalam melakukan simulasi Monte Carlo adalah sebagai berikut:

- Membuat distribusi dari probabilitas

Untuk menetapkan sistribusi probabilitas dapat dilakukan dengan cara membagi tiap frekuensi dengan total frekuensi yang ada. Maka rumus untuk menentukan disribusi probabilitas adalah:

P = F / J

Dimana:

P = Distribusi Probabilitas

F = Frekuensi

J = Total Frekuensi.

- Menghitung distribusi kemungkinan komulatif

  Distribusi Probabilitas Komulatif dapat dicari dari penjumlahan distribusi probabilitas dan distribusi komulatif dengan menjumlahkan angka pada distribusi probabilitas dengan jumlah sebelumnya. Maka rumusnya adalah:

  DPK = AK + JA (2)

  Di mana:

  DPK = Distribusi Probabilitas Komulatif

  AK = Angka Kemungkinan

  JA = Jumlah Angka Sebelumnya
- Membuat interval bilangan acak

  Interval angka acak dapat ditentukan berdasarkan kepada kemungkinan terjadi dan komungkanan komulatif yang didapatkan pada langkah sebelumnya.Penetapan interval angka acak dilakukan pada setiap variabel.Fungsi dari interval angka acak ini adalah untuk menentukan batas antara variabel satu denagn variabel lainnya.
- Melakukan simulasi dengan bilangan acak
- Membangkitkan Angka Acak

  Pembangkitan angka acak akan menghasilkan urutan angka-angka dan hasilnya nanti akan dapat mengetahui probabilitas. Untuk membangkitkan angka acak pada penelitian ini dugunakan rumus pada Microsoft excel yaitu fungsi RANDBETWEEN (batas atas, batas bawah)
- Menganalisa simulasi dari rangkaian percobaan.

Contoh Metode Simulasi Monte carlo

Sebuah toko sepatu memperkirakan permintaan per harinya menurut suatu pola distribusi sebagai berikut:

Tabel 1.1 Permintaan dan Frekuensi

No. Urut	Permintaan/hari (pasang)	Frekuensi
1	4	5
2	5	10
3	6	15
4	7	30
5	8	25
6	9	15
Jumlah		100

Dari data masa lalu, pengusaha took ini hendak memperkirakan pola permintaan untuk 10 hari dalam bulan berikutnya, agar dapat mempersiapkan jumlah sepatu dalam tokonya.

Penyelesaian:

1. Dibuat tabel distribusi frekuensi dan kumulatifnya
   - Distribusi frekuensi diperoleh dari frekuensi ke / 100 (total frekuensi)
   - Distribusi kumulatif diperoleh dengan menjumlahkan distribusi titik yg akan dihitungan dengan distribusi frekuensi sebelumnya

Tabel 1.2 Distribusi frekuensi dan Kumulatif

No. Urut	Permintaan/hari (pasang)	Distribusi frekuensi	Distribusi kumulatif
1	4	0.05	0.05
2	5	0.10	0.15
3	6	0.15	0.30
4	7	0.30	0.60
5	8	0.25	0.85
6	9	0.15	1.00
Jumlah		1.00	

2. Membuat angka penunjuk batasan

   Nilai maksimum yaitu distribusi kumulatif, namun karena data sebarangnya dalam bentuk puluhan maka batasannya juga puluhan. Dapat dilihat untuk baris pertama, distribusi kumulatifnya adalah 0,05 sehingga batasannya mulai dari 0 hingga 5

Tabel 1.3 Penunjuk Batasan

No. Urut	Permintaan/hari (pasang)	Distribusi frekuensi	Penunjuk batasan
1	4	0.05	0-5
2	5	0.10	6-15
3	6	0.15	16-30
4	7	0.30	31-60
5	8	0.25	61-85
6	9	0.15	86-100
Jumlah		1.00	

3. Diberikan 10 bilangan acak yang mewakili banyaknya permintaan dalam 10 hari.
   57, 12, 70, 38, 91, 28, 95, 73, 13, 90
   Cara membangkitkan nilai acak ini menggunakan fungsi RANDBETWEEN (1:100) pada Microsoft excel.
4. Disusunlah hasil permintaan perhari
   Dengan melihat bilangan acak pertama yaitu 57, maka selanjutkan melihat penunjuk batasan yang terdapat nilai 57 yaitu diantara 31-60. Setelah itu kita lihat berapa banyak permintaan di batasan tersebut, kemudian memasukkannya ke dalam tabel. Begitupun untuk jumlah bilangan acak ke dua sampai kesepuluh.

Tabel 1.4 Hasil

Hari ke	Permintaan/hari (pasang)
1	7
2	5
3	8
4	7
5	9
6	6
7	9
8	8
9	5
10	8

1.6.2 Microsoft Excel

Microsoft Excel adalah program spreadsheet dalam sistem *Microsoft Office*. Kita dapat menggunakan Excel untuk membuat dan memformat *workbook* untuk menganalisis data dan membuat data itu sendiri. (Putra *et al.*,2021)

Adapun beberapa rumus excel dan fungsinya yang digunakan pada penelitian ini, yaitu sebagai berikut (Audita, S. 2021):

1. Max berfungsi untuk menentukan nilai/angka tertinggi (maksimum) dari suatu range/daftar/sel tertentu
2. Min berfungsi untuk menentukan nilai minimum/terendah dari suatu range/daftar/sel tertentu
3. Average berfungi untuk menghitung nilai rata-rata dari angka pada range atau data tertentu
4. If berfungsi untuk menentukan uji logika dengan dua atau lebih kriteria yang di buat sendiri
5. Sum berfungsi untuk menjumlahkan sekumpulan angka.
6. Randbetween berfungsi untuk membangkitkan nilai acak

1.6.3 Riset Operasi

1.6.3.1 Definisi Riset Operasi

Dalam kehidupan sehari-hari, baik dalam dunia bisnis, ekonomi, sosial maupun bidang lainnya seringkali dijumpai berbagai masalah dengan tingkat kesulitan yang berbeda-beda. Dalam penyelesaian masalah tersebut diharapkan untuk memperoleh hasil yang optimal. Namun, terkadang dalam prosesnya terdapat berbagai kendala yang dihadapi diantaranya yaitu sumber daya yang terbatas, sehingga untuk mencapai hasil yang optimal, dibutuhkan metode atau cara tertentu. Kumpulan metode atau cara untuk menyelesaikan masalah tersebut disebut dengan riset operasi (Gultom *et al*.,2022).

Definisi riset operasi menurut Lina dan Ajat (2021) adalah ilmu yang banyak digunakan saat ini sebagai alat bantu dalam memecahkan suatu permasalahan terkait dengan masalah operasional suatu organisasi. Riset operasi juga dapat diartikan sebagai metode yang digunakan untuk memformulasikan dan merumuskan permasalahan sehari-hari baik mengenai bisnis, ekonomi, sosial maupun bidang lainnya ke dalam pemodelan matematis untuk mendapatkan solusi yang optimal (Gultom, P. dkk.

2022). Secara umum dapat diartikan bahwa riset operasi berkaitan erat dengan sistem pengambilan keputusan yang optimal (*optimal decision support system*) yang dimulai dengan penyusunan model dari sistem-sistem masalah yang dihadapi, baik yang bersifat deterministik maupun probabilistik yang berasal dari kehidupan nyata.(Rangkuti, A. 2022).

1.6.3.2 Sejarah Riset Operasi

Riset Operasi dimulai di kalangan militer pada Perang Dunia ke II. Pada saat perang semua kebutuhan mendesak, seperti pengalokasian sumber daya yang terbatas (jumlah anggota militer, jumlah senjata/peluru, jumlah alat transport, biaya dan sumber daya lainnya) guna melayani berbagai operasi militer. Oleh karena itu, pemimpin militer memanggil sejumlah ilmuwan dari berbagai disiplin ilmu atau bidang keahlian (ahli ekonomi dan bidang sosial lainnya, ahli manajemen, ahli matematika, ahli statistika dan berbagai ahli bidang lainnya). Para ahli tersebut membentuk sebuah tim untuk memecahkan persoalan operasi militer guna mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk melayani berbagai aktivitas militer secara efektif dan efisien agar memperoleh hasil operasi militer yang optimum (Gultom *et al* 2022).

Pada tahun 1940, MC. Closky dan Trefthen dari suatu kota kecil Browdsey Inggris, pertama kalinya menggunakan istilah *operation research* (riset operasi). Keberhasilan Riset Operasi dibidang militer menarik perhatian dunia non-militer, khususnya para industriawan. Mereka memperdalam teknik-teknik yang ada untuk kegiatan operasional perusahaanya. Banyak permasalahan yang terselesaikan dengan menggunakan model riset operasi, antara lain penggunaan linier programming untuk penyelesaian permasalahan yang berkendala, penerapan teori antrian, teori persediaan teori permainan, dan program simulasi. Sejalan dengan berkembangnya dunia perindustrian dan didukung dengan kemajuan dibidang teknologi komputer, riset operasi semakin banyak diterapkan di berbagai bidang untuk menangani masalah yang cukup kompleks. Berikut salah satu contoh penggunaan riset operasi yaitu di bidang operasi produksi (Gultom *et al.,* 2022):

1. Penentuan bahan baku yang paling ekonomis untuk kebutuhan pelanggan
2. Meminimumkan persediaan atau inventori
3. Penyeimbangan jalur perakitan dengan berbagai jenis operasi
4. Peningkatan kualitas operasi manufaktur

1.6.3.3 Langkah atau Tahapan Dalam Riset Operasi

Untuk memperoleh penyelesaian suatu masalah secara prakatis atau efisien dan sistematis, terdapat beberapa tahapan dan riset operasi yang sistematis sebagai berikut (Prawirosentono, S. 2019).

1. Mengidentifikasikan masalah.
2. Mengonstruksikan masalah tersebut dalam bentuk model.
3. Menentukan model solusi masalah.
4. Validitas (keabsahan) model.
5. Melaksanakan (implementasi) dari hasil pemecahan masalah.

1.6.4 Pemrograman Linear (Linear Programming)

Program Linear merupakan suatu model matematika yang umumnya digunakan untuk memecahkan suatu permasalahan seperti pengalokasian sumber daya dengan tujuan akhirnya menentukan nilai minimum atau maksimum. Program linear sering digunakan untuk menyelesaikan permasalahan optimasi diberbagai bidang industri, ekonomi, perbankan, masalah transportasi dan masalah-masalah lainnya yang dapat dinyatakan dalam bentuk linear (Hani & Harahap, 2021).

Kata "linier" berarti bahwa semua fungsi matematika dalam model ini harus berupa fungsi linier. Sedangkan, kata "pemrograman" tidak merujuk pada pemrograman komputer, melainkan pada dasarnya adalah sinonim dari perencanaan. Program linear adalah model matematika yang paling sering digunakan karena dipandang lebih ideal dalam melacak pengaturan yang ideal (Viqi, S. 2021). Model pemrograman linear dikembangkan oleh LV Kantorovich, seorang ahli matematik dari Rusia, pada tahun 1939. Program linear sering digunakan untuk menyelesaikan permasalahan optimasi diberbagai bidang industri, ekonomi, perbankan, masalah transportasi dan masalah-masalah lainnya yang dapat dinyatakan dalam bentuk linear.

Bentuk umum program linear ialah sebagai berikut (Viqi, S. 2021):

Fungsi tujuan (Maksimum atau minimum):

$$Z_{max} = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + \cdots + c_nx_n$$

Kendala:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \cdots + a_{1n}x_n = b_1$$
$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \cdots + a_{2n}x_n = b_2$$
$$\vdots + \vdots + \vdots + \vdots = \vdots$$
$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \cdots + a_{mn}x_n = b_m$$
$$x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0$$

Keterangan:

$c_1, c_2, \dots, c_n$: koefisien fungsi tujuan
$x_1, x_2, \dots, x_n$: variabel keputusan yang akan ditentukan
$a_{11}, a_{12}, \dots, a_{1n}$: koefisien fungsi kendala
$b_1, b_2, \dots, b_m$: jumlah fungsi kendala

1.6.4.1 Persoalan Program Linear

Terdapat banyak persoalan yang dapat dimodelkan dan diselesaikan dengan metode yang terdapat dalam program linier. Beberapa permasalahan tersebut adalah permasalahan mengenai alokasi sumber daya yang terbatas, masalah campuran, masalah transportasi, dan masalah penugasan (Siregar *et al.,* 2021)

1. Masalah Pengalokasian (*Allocation Problem*)

   Program Linier sangat penting dalam penyelesaian permasalahan dalam bidang usaha. Program linier terutama digunakan untuk menguraikan dan menentukan alokasi bahan atau barang yang digunakan sebagai sumber daya yang langka untuk memproduksi barang jadi dengan tujuan untuk memaksimalkan keuntungan.
2. Masalah Campuran (*Blending Problem*)

   Pada masalah ini, cara pemecahan yang dilakukan yaitu dari berbagai bahan campuran yang mana masing-masing unit dipecahkan dan digabungkan (*blending*) untuk menghasilkan hasil (*output*). Contohnya, dalam bidang farmasi yang menyangkut pencampuran obat-obatan, program linier sangat berguna untuk mencari dan menentukan kombinasi dari bahan obat-obatan guna menciptakan obat agar khasiatnya sesuai yang diinginkan.
3. Persoalan Transportasi (*Transportation Problem*)

   Pemecahan persoalan ini menyangkut adanya unit/barang/pasokan dan lain-lain pada beberapa tempat yang akan dipindahkan ke beberapa tempat lainnya.
4. Masalah Penugasan (*Assignment Problem*)

Dalam bidang ini, program linier digunakan dalam bentuk metode Hungarian yang dapat menguraikan dan menentukan seseprang atau barang (mesin-mesin) pada tempatnya atau pekerjaannya dengan tujuan mengecilkan biaya atau mendapatkan keuntungan yang maksimal.

Tujuan penyelesaian masalah dengan pemrograman linear berkaitan dengan masalah optimalisasi, yaitu tujuan maksimal atau minimal sesuatu yang mana tingkat pencapaian tujuan ini dibatasi oleh kendala yang mencerminkan keterbatasan dari kapasitas produk, waktu, produk, dan kemampuan yang dimiliki. Nilai-nilai variabel keputusan yang dihasilkan dari proses pencapauan ini disebut solusi yang layak. Solusi layak dapat memberikan nilai fungsi tujuan paling besar (untuk kasus maksimal) atau paling kecil (untuk kasus minimal) disebut solusi optimal (Rangkuti, A. 2022).

1.6.4.2 Asumsi Program Linear

Terdapat lima asumsi program Linear (Rangkuti, A. 2022):

1) Linearitas yakni membatasi bahwa fungsi tujuan dan fungsi kendala harus berbentuk linear, artinya variabel keputusan berpangkat satu.
2) Proporsionalitas yaitu naik-turunnya nilai fungsi tujuan dan penggunaan sumber daya atau fasilitas yang tersedia akan berubah secara sebanding (*proportional*) atau berbanding lurus dengan perubahan tingkat kegiatan.
3) Aditivitas yaitu nilai fungsi tujuan untuk setiap kegiatan tidak saling mempengaruhi dan dalam pemrograman linear dianggap bahwa kenaikan dari nilai fungsi tujuan yang diakibatkan oleh kenaikan suatu kegiatan dapat ditambahkan tanpa mempengaruhi bagian dari kegiatan yang lain.
4) Deterministik yaitu setiap parameter yang ada dalam pemrograman linear (a_{ij}, b_i, c_{ij}) dapat ditentukan dengan pasti, meskipun jarang dengan tepat.
5) Divisibilitas yaitu menyatakan bahwa keluaran (*output*) yang dihasilkan pada setiap kegiatan dapat berupa bilangan pecahan demikian pula dengan nilai Z yang dihasilkan. Dalam memformulasikan suatu masalah nyata ke dalam pemrograman linear, maka diperlukan langkah sebagai berikut:

- Memahami permasalahan
- Mengidentifikasikan variabel-variabel keputusan
- Menyatakan fungsi tujuan sebagai kombinasi linear dari variabel keputusan
- Menyatakan kendala struktural sebagai kombinasi linear dari variabel keputusan

- Menyatakan kendala non-negatif dari variabel keputusan

Membuat model matematika dari suatu permasalahan dengan pemrograman linier, menuntut kemampuan matematika dan seni pemodelan. Dalam membangun pemrograman linier dari kasus praktik yang sangat beragam tidaklah mudah, yang terpenting adalah memahami anatomi permasalahan setiap kasus dan bagaimana kemudian dapat ditransformasikan ke dalam konsep pemodelannya. Pada pemrograman linier, secara garis besar yang perlu dicermati dalam menentukan tujuan adalah variabel keputusan dan sumber daya yang membatasi.

1.6.5 Metode Simpleks

Metode simpleks merupakan bagian dari program linear yang digunakan sebagai alat untuk memecahkan permasalahan yang menyangkut dua variabel keputusan atau lebih (Rahayu & Arifudin 2020). Metode simpleks adalah suatu metode yang secara sistematis dimulai dari penyelesaian dasar fisibel ke penyelesaian dasar fisibel lainnya, yang dilakukan secara iteratif (berulang-ulang) sehingga tercapai suatu penyelesaian optimum. Pada setiap iterasi akan dihasilkan nilai fungsi tujuan yang selalu lebih besar atau sama dengan iterasi sebelumnya. Hal ini memberi jaminan bahwa proses bergerak kearah penyelesaian optimal. Metode ini juga akan menunjukkan kapan penyelesaian optimal tercapai (Rangkuti, A. 2022).

Terdapat istilah-istilah dalam metode simpleks, yaitu (Faizarteta 2022):

- Iterasi adalah tahapan perhitungan dimana nilai perhitungan tergantung dari nilai pada tabel sebelumnya
- Variabel non basis adalah variabel yang nilainya diatur menjadi nol pada sembarang iterasi.
- Variabel basis adalah variabel yang nilainya bukan nol pada sembarang iterasi. Pada solusi awal, variabel bebas merupakan variabel slack (jika fungsi kendala merupakan pertidaksamaan ≤) atau variabel buatan (jika fungsi kendala menggunakan pertidaksamaan ≥ atau =). Secara umum, jumlah variabel basis selalu sama dengan jumlah fungsi pembatas (tanpa fungsi non negatif).
- Nilai kanan (NK) adalah nilai sumber daya pembatas yang masih tersedia. Pada solusi awal, nilai kanan sama dengan jumlah sumber daya pembatas

awal yang ada, karena aktivitas belum dilakukan atau dilaksanakan. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

1. Nilai kanan (NK) fungsi tujuan harus nol (0).
2. Nilai kanan (NK) fungsi kendala harus positif. Apabila negatif, nilai tersebut harus dikalikan -1.

- Variabel slack adalah variabel yang ditambahkan ke model matematik kendala untuk mengkonversikan pertidaksamaan (≤) menjadi persamaan (=). Penambahan variabel ini dilakukan pada tahap inisialisasi. Pada solusi awal, variabel slack akan berfungsi sebagai variabel basis.
- Variabel surplus adalah variabel yang dikurangkan dari model matematik kendala untuk mengkonversikan pertidaksamaan (≥) menjadi persamaan (=). Pada solusi awal, variabel surplus tidak dapat berfungsi sebagai variabel basis.
- Variabel buatan adalah variabel yang ditambahkan ke model matematik kendala dengan bentuk ≥ atau = untuk difungsikan sebagai variabel basis awal. Penambahan variabel ini terjadi pada tahap inisialisasi. Variabel ini harus bernilai 0 pada solusi optimal, karena kenyataannya variabel ini tidak ada. Variabel hanya ada di atas kertas.
- Kolom pivot atau kolom kerja adalah kolom yang memuat variabel masuk. Koefisien kolom ini akan menjadi pembagi nilai kanan untuk menentukan baris pivot atau baris kerja.
- Baris pivot adalah salah satu baris dari antara variabel basis yang memuat variabel keluar.
- Elemen pivot adalah elemen yang terletak pada perpotongan kolom dan baris pivot. Elemen pivot ini yang akan menjadi dasar perhitungan pada tabel simpleks berikutnya.
- Variabel masuk adalah variabel yang terpilih untuk menjadi variabel basis pada iterasi berikutnya. Variabel masuk yang dipilih hanya satu dari antara variabel basis pada setiap iterasi. Variabel ini pada iterasi berikutnya akan bernilai positif.
- Variabel keluar adalah variabel yang keluar dari variabel basis pada iterasi berikutnya dan digantikan oleh variabel masuk. Variabel keluar dipilih hanya satu dari antara variabel basis pada setiap iterasi sama dengan variabel masuk. Pada iterasi berikutnya, variabel ini akan bernilai nol.

Beberapa bentuk standar Pemrograman Linear (Rangkuti, A. 2022)

(1) Bentuk Standar Ketidaksamaan (*The Standard Inequality Form*)

Maksimal $Z = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + \cdots + c_nx_n$

Dengan kendala

$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \cdots + a_{1n}x_n \leq b_1$

$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \cdots + a_{2n}x_n \leq b_2$

…………………………………

$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \cdots + a_{mn}x_n \leq b_m$

dan $x_1, x_2, \ldots, x_n \geq 0$

Dimana a_{ij}, c_{ij} dan b_i, adalah konstanta-konstanta yang diketahui dan dapat ditentukan. Dalam notasi matriks, program linear dapat ditulis sebagai berikut:

Maksimal $z = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + \cdots + c_nx_n$

dengan kendala

Ax ≤ b dan x ≥ 0

di mana

$$c = \begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \\ \vdots \\ c_n \end{pmatrix}, x = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ c_n \end{pmatrix} \; b = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_n \end{pmatrix} \text{dan } A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{pmatrix}$$

(2) Bentuk Standar Kesamaan (*The Standard Equality Form*)

Bentuk standar kesamaan dapat diperoleh dari bentuk ketidaksamaan dengan mengubah tanda ≥ dan ≤ menjadi tanda =

- Ketidaksamaan

  $a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \cdots + a_{1n}x_n \leq b_1$ dapat diubah menjadi $a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \cdots + a_{1n}x_n + x_{n+1} = b_1$ dimana $x_{n+1} \geq 0$ dan disebut *Slack variable.*
- Ketidaksamaan

  $a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \cdots + a_{1n}x_n \geq b_1$ dapat diubah menjadi $a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \cdots + a_{1n}x_n - x_{n+1} = b_1$ di mana $x_{n+1} \geq 0$ dan disebut *Surplus Variable.*

Metode simpleks dapat dihitung dengan menggunakan dua cara yaitu secara manual dan menggunakan software atau aplikasi. Langkah-langkah perhitungan secara manual metode simpleks sebagai berikut (Susanti, Viqi. 2021):

1) Menentukan variabel keputusan yang akan digunakan dan mengubahnya menjadi model matematika.
2) Menentukan fungsi tujuan yang akan dicapai dan mengubahnya menjadi model matematika.
3) Menentukan fungsi kendala yang didapat dan mengubah ke dalam fungsi model matematika.
4) Menyusun persamaan model matematika yang terbentuk ke dalam tabel simpleks serta menentukan kolom kunci dan baris kunci seperti pada tabel.

Tabel 1.5 Awal Metode Simpleks

Variabel dasar	x_1	x_2	$\cdots$	x_n	S_1	S_2	$\cdots$	S_n	NK
Z	$-c_1$	$-c_2$	$\cdots$	$-c_n$	0	0	0	0	0
S_1	a_{11}	a_{12}	$\cdots$	a_{1n}	1	0	0	0	b_1
S_2	a_{21}	a_{22}	$\cdots$	a_{2n}	0	1	0	0	b_2
$\vdots$	$\cdots$	$\cdots$	$\cdots$	$\cdots$	$\cdots$	$\cdots$	$\cdots$	$\cdots$	$\cdots$
S_n	a_{m1}	a_{m1}	$\cdots$	$\cdots$	$\cdots$	$\cdots$	$\cdots$	1	b_m

Keterangan tabel:

- Variabel dasar adalah variabel yang nilainya sama dengan ruas kanan persamaan
- NK adalah nilai kanan (nilai kunci) dari persamaan, yaitu nilai dibelakang tanda sama dengan atau nilai dari sumber daya pembatas yang tersedia
- $x_1 \ldots x_1$ adalah fungsi kendala
- $S_1 \ldots S_n$ adalah variabel slack, yaitu variabel yang ditambah kedalam model matematika fungsi kendala untuk mengkonversikan pertidaksamaan menjadi persamaan
- Z adalah fungsi tujuan

5) Menentukan perpotongan antara kolom kunci dengan baris kunci yaitu *elemen cell* (angka kunci).
6) Melakukan tahapan (iterasi) dengan mengubah variabel keputusan dan membagi nilai pada baris kunci dengan angka kunci.

7) Mengubah nilai-nilai diluar baris kunci hingga tidak terdapat nilai negatif.
8) Jika masih terdapat koefisien Z yang bernilai negatif maka iterasi dilanjutkan hingga memperoleh hasil optimal.

Contoh soal:

Maksimumkan!

Fungsi Tujuan: $Z = 3x_1 + 5x_2$

Fungsi kendala:

$2x_1 \leq 8$

$3x_2 \leq 15$

$6x_1 + 5x_2 \leq 30$ (Jatmiko,U. 2022)

Penyelesaian:

Pada soal diatas, telah di tentukan fungsi tujuan dan fungsi kendalanya, jadi selanjutnya mengubah tanda ≤ menjadi = dengan menambahkan variabel slack.

Fungsi kendala:

$2x_1 + S_1 = 8$

$3x_2 + S_2 = 15$

$6x_1 + 5x_2 + S_3 = 30$

Selanjutnya masuk ke langkah ke 4 , yaitu menyusun persamaan model kedalam tabel simpleks

Tabel 1.6 Simpleks Awal Contoh Soal

Basis	C	C	3	5	0	0	0	θ min
		x_0	x_1	x_2	s_1	s_2	s_3	
s_1	0	8	2	0	1	0	0	
s_2	0	15	0	3	0	1	0	
s_3	0	30	6	5	0	0	1	
$Z_j - C_j \geq 0$		0	-3	-5	0	0	0	

Langkah ke 5, memilih kolom dan baris kunci

Kolom kunci adalah kolom yang mempunyai nilai $Z_j - C_j$ yang paling minimal yaitu -5. Jadi x_2 sebagai kolom kunci dan variabel masuk. Sedangkan untuk baris kunci adalah baris yang memiliki rasio pembagi terkecil (θ min). θ min $= \frac{\text{Nilai Kanan}}{\text{Nilai Kolom Pivot}}$, maka baris kuncinya adalah S_2.

Tabel 1.7 Pemilihan Kolom dan Baris Kunci Contoh Soal

Basis	C	C	3	5	0	0	0	θ min
		x_0	x_1	x_2	s_1	s_2	s_3	
s_1	0	8	2	0	1	0	0	~
s_2	0	15	0	3	0	1	0	5
s_3	0	30	6	5	0	0	1	6
$Z_j - C_j \geq 0$		0	-3	-5	0	0	0	

Langkah 6 dan 7, melakukan tahapan iterasi yaitu mengubah nilai pada baris kunci dan nilai selain pada baris kunci

* Baris baru kunci = baris kunci : Angka kunci

* Baris baru selain baris kunci = Baris lama – (koefisien kolom kunci x nilai baru baris kunci)

Tabel 1.8 Iterasi Pertama Contoh Soal

Basis	C	C	3	5	0	0	0	θ min
		x_0	x_1	x_2	s_1	s_2	s_3	
s_1	0	8	2	0	1	0	0	
x_2	5	5	0	1	0	1/3	0	
s_3	0	5	6	0	0	-5/3	1	
$Z_j - C_j \geq 0$		25	-3	0	0	0	0	

Langkah 8, karena pada tabel diatas masih terdapat nilai negatif pada baris Z, maka dari itu, harus dilakukan perbaikan sehingga nilai Z tidak dalam keadaan negatif.

Perbaikan tersebut dilakukan dengan megulangi perhitungan dari pemilihan kolom kunci hingga memperoleh nilai Z yang positif.

Tabel 1.9 Pemilihan Kolom dan Baris Kunci Kedua Contoh Soal

Basis	C	C	3	5	0	0	0	θ min
		x_0	x_1	x_2	s_1	s_2	s_3	
s_1	0	8	2	0	1	0	0	4
x_2	5	5	0	1	0	1/3	0	~
s_3	0	5	6	0	0	-5/3	1	5/6
$Z_j - C_j \geq 0$		25	-3	0	0	0	0	

Setelah melakukan perhitungan seperti sebelumnya diperoleh tabel optimal yaitu:

Tabel 1.10 Iterasi Kedua Contoh Soal

Basis	C	C	3	5	0	0	0
		x_0	x_1	x_2	s_1	s_2	s_3
s_1	0	6 1/3	0	0	1	5/9	-1/3
x_2	5	5	0	1	0	1/3	0
x_1	3	5/6	1	0	0	-5/18	1/6
$Z_j - C_j \geq 0$		27,5	0	0	0	5/6	1/2

Jadi diperoleh nilai $x_1 = 5/6$, $x_2 = 5$ dan $\mathrm{Z\ maks} = 27{,}5$

1.6.6 Analisis Sensitivitas

1.6.6.1 Defenisi Analisis Sensitivitas

Secara umum, *sensitivity analysis* atau analisis sensitivitas adalah sebuah studi mengenai ketidakpastian pada hasil sebuah sistem atau model matematika (baik dalam bentuk numerik atau yang lainnya) dapat disebabkan oleh sumber ketidakpastian yang berbeda-beda. Analisis sensitivitas atau *post optimum analys* juga dapat didefinisikan sebagai analisis yang bertujuan mengamati kemungkinan terjadinya perubahan parameter (Prawirosentono, Suyadi 2019).

Penggunaan analisis sensitivitas sangat luas di berbagai bidang ilmu seperti biologi, geografi, hingga ekonomi, dan teknik. Namun pada bidang ekonomi atau finansial, analisis sensitivitas memiliki arti tersendiri. Analisis sensitivitas merupakan sebuah metode yang menentukan bagaimana nilai-nilai berbeda dari sebuah variabel independen mempengaruhi variabel dependen tertentu di bawah asumsi-asumsi yang telah diberikan.

Analisis sensitivitas merupakan suatu pengujian dari suatu keputusan (misalnya keputusan investasi) untuk mencari seberapa besar ketidakpastian penggunaan suatu asumsi yang dapat ditoleransi tanpa mengakibatkan ketidakberlakuan keputusan tersebut. Manajer arus menentukan kepekaan keputusannya terhadap asumsi yang mendasari. Semua keputusan didasarkan atas berbagai asumsi seperti, keakuratan data, discount rate yang digunakan, dan lainnya. Dengan demikian apabila digunakan asumsi yang berbeda, apakah terjadi perubahan terhadap keputusan yang telah ditetapkan. Analisis sensitivitas ini bertujuan untuk melihat apa yang akan terjadi dengan hasil analisa proyek jika ada sesuatu kesalahan atau perubahan dalam dasar perhitungan biaya atau benefit (Ichsan *et al* 2019).

1.6.6.2 Dampak Perubahan Parsial Sisi kanan Fungsi Kendala Terhadap Solusi Optimal

Perubahan secara parsial sisi kanan fungsi kendala artinya kita mengasumsikan hanya salah satu kendala saja yang berubah, sedangkan kapasitas kendala yang lainnya dianggap konstan. Kapasitas sisi kanan fungsi kendala bisa saja berubah. Pertanyaan yang sering muncul dalam permasalahan ini adalah bagaimana dampak penambahan atau pengurangan kapasitas sisi kanan fungsi kendala terhadap solusi optimal.

1.6.6.3 Dampak Perubahan Simultan dan rentang Perubahan Sisi Kanan Fungsi Kendala Terhadap Solusi Optimal

Pada kenyataannya perubahan sisi kanan fungsi kendala seringkali berubah secara simultan. Adanya perubahan dalam satu sistem diikuti oleh perubahan sistem lainnya dalam waktu bersamaan.

1.6.6.4 Perubahan Konstanta Sisi Kanan

Penambahan b_i pada kendala dapat terjadi. Tambahan b_i itu mengubah vektor sisi kanan pada tabel simpleks awal yaitu

Fungsi Tujuan:

Maksimal $Z = C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3$

Fungsi Kendala:

$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + a_{13}X_3 \leq b_1$

$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + a_{23}X_3 \leq b_2$

Vektor $\begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix}$ pada tabel awal berubah menjadi

$$b^* = \begin{bmatrix} B_{11} & B_{12} \\ B_{21} & B_{22} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} \geq 0$$

Tabel 1.11 Pivot

Basis		C_0	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	0
	C_0	P_0	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	
P_4	C_4	b_1	B_{11}	B_{12}	B_{13}	B_{14}	B_{15}	
P_5	C_5	b_2	B_{21}	B_{22}	B_{23}	B_{24}	B_{25}	
$Z_j - C_j$								

Tabel diatas merupakan tabel standar yang digunakan untuk menyelesaikan masalah PL dengan metode simpleks.

Maka $b^* = \begin{bmatrix} B_{11} & B_{12} \\ B_{21} & B_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B_{13} * b_1 + B_{14} * b_2 \\ B_{23} * b_1 + B_{24} * b_2 \end{bmatrix}$

Kemudian nilai b^* bergantung pada seberapa banyak b_1 yang dinaikkan atau diturunkan, dan akan menggantikan b_0 pada iterasi pencapaian nilai optimal sebelumnya. Selanjutnya analisis sensitivitas dapat dicari dengan menggunakan program Lindo (Rangkuti, A. 2022).

1.6.6.5 Manfaat Analisis Sensitivitas

Manfaat analisis sensitivitas, baik secara umum dan lebih khususnya dalam dunia finansial adalah sebagai berikut (Ichsan *et al* 2019).

- Memberikan simulasi sensitivitas terhadap segala ketidakpastian dalam input variabel sebuah model.

- Membantu dalam proses pengambilan keputusan dengan memberikan gambaran menyeluruh mengenai situasi tertentu, termasuk resiko yang kemungkinan akan muncul dan keuntungan yang mungkin didapatkan.
- Memberikan prediksi tentang hasil dari sebuah pengambilan keputusan jika terdapat situasi yang berbeda dilapangan dengan apa yang telah diprediksi sebelumnya.
- Membantu menilai tingkat resiko strategi. Dalam dunia bisnis, hal ini penting karena dengan adanya analisis ini perusahaan akan tahu apakah strategi yang mereka ambil dapat memberikan keuntungan.
- Membantu para pemegang saham dan direksi perusahaan untuk mengambil keputusan yang tepat dan penuh pertimbangan.

Contoh:

Fungsi Tujuan: Maksimal Z = $350X_1 + 120X_2$

Fungsi Kendala:

$$64X_1 + 24X_2 \leq 9.600$$

$$180X_1 + 60X_2 \leq 27.000$$

$$X_1, X_2 \geq 0$$

Penyelesaian:

Meminimalkan : Z = $-350X_1 - 120X_2 + 0X_3 + 0X_4$

Diperoleh Tabel Maksimal yaitu:

Tabel 1.12 Optimal Pada Contoh Analisis Sensitivitas

Basis	C	c	-350	-120	0	0	θ min
		P_o	P_1	P_2	P_3	P_4	
P_2	-120	0	0	1	3/8	-2/15	
P_1	-350	150	1	0	-1/8	1/20	
$Z_j - C_j \leq 0$		-52.500	0	0	-10/8	450/300	

Karena fungsi tujuannya mula-mula adalah maksimal, maka harus dikalikan lagi dengan (-1), diperoleh:

Maksimal : Z = $350X_1 + 120X_2$

$= 350(150) + 120(0)$

$= 52.500$

Analisis Sensitivitas:

1. Perubahan Nilai Kanan Fungsi Kendala

   Koefisien nilai kanan akan diwakili dengan $b_1 = 9600$ dan $b_2 = 27000$

   a. b_1 menjadi $b_1{}^*$ dengan

   $b_1{}^* = b_1 + \Delta$

   $\begin{pmatrix} 9600 \\ 27000 \end{pmatrix}$ menjadi $\begin{pmatrix} 9600 + \Delta \\ 27000 \end{pmatrix}$

Berdasarkan tabel 1.12 yang telah diperoleh:

Basis	C	c	-350	-120	0	0	θ min
		P_o	P_1	P_2	P_3	P_4	
P_2	-120	0	0	1	3/8	-2/15	
P_1	-350	150	1	0	-1/8	1/20	
$Z_j - C_j \leq 0$		-52.500	0	0	-10/8	450/300	

Sehingga diperoleh sebagai berikut:

$$\begin{pmatrix} -1/8 & 1/20 \\ 3/8 & -2/15 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 9600 + \Delta \\ 27000 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 150 - (\frac{1}{8})\Delta \\ 3/8\Delta \end{pmatrix}$$

Dimana

$$\begin{pmatrix} 150 - (\frac{1}{8})\Delta \\ 3/8\Delta \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix}$$

Jadi,

Untuk $X_1 \geq 0$ dan $150 - \left(\frac{1}{8}\right)\Delta \geq 0$

$-\left(\frac{1}{8}\right)\Delta \geq 150$ maka $\Delta \leq 1200$

Untuk $X_1 \geq 0$ dan $\frac{3}{8}\Delta \geq 0$, maka $\Delta \geq 0$

Sekarang ditinjau

$b_1{}^* = b_1 + \Delta$

Untuk $\Delta \leq 1200$ maka 9600 + 1200 = 10.800

Untuk $\Delta \geq 0$ maka 9600 + 0 = 9600

Dengan demikian range nilai $b_1{}^*$ yang mempertahankan solusi X_1 dan X_1 tetap fisibel ≥ 0 adalah 9600 ≤ $b_1{}^*$ ≤ 10.800

b. b_2 menjadi $b_2{}^*$ dengan

$$b_1{}^* = b_1 + \Delta$$

$$\begin{pmatrix} -1/8 & 1/20 \\ 3/8 & -2/15 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 9600 \\ 27000 + \Delta \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 150 + (\frac{1}{20})\Delta \\ -\frac{2}{15}\Delta \end{pmatrix}$$

Dimana

$\begin{pmatrix} 150 + (\frac{1}{20})\Delta \\ -\frac{2}{15}\Delta \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix}$ Jadi,

Untuk $X_1 \geq 0$

$150 + \left(\frac{1}{20}\right)\Delta \geq 0$

$\Delta \geq -3000$

Untuk $X_2 \geq 0$

$-\frac{2}{15}\Delta \geq 0$

$\Delta \leq 0$

Sekarang ditinjau

$b_2{}^* = b_2 + \Delta = 27000 + \Delta$

Untuk $\Delta \geq -3000$ maka 27000-3000 =24000

Untuk $\Delta \leq 0$ maka 27000 + 0 = 27000

Jadi, nilai range $b_2{}^*$ yang mempertahankan solusi X_1, X_2 tetap fisibel ≥ 0 adalah 24000 ≤ $b_2{}^*$ ≤ 27000.

2. Perubahan pada Koefisien Fungsi Tujuan

Misalkan didefinisikan koefisien dari fungsi adalah $d_1 = 350$ dan $d_2 = 120$, namun karena penyelesaian kerjanya dengan metode minimal maka $c_1 = -d_1$ dan $c_2 = -d_2$ sehingga $c_1 = -350$ dan $c_2 = -120$.

Fungsi tujuan berubah dari $c_1 = -d_1$ dan $c_1{}^* = d_1{}^*$ maka $c_1{}^* = -350 - \Delta$ sehingga diperoleh:

$$(-350 - \Delta \quad -120)\begin{pmatrix} -1/8 & 1/20 \\ 3/8 & -2/15 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{350}{8} + \frac{1}{8}\Delta - \frac{360}{8} & -\frac{350}{20} - \frac{1}{20}\Delta + \frac{240}{15} \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} -\frac{10}{8} + \frac{1}{8}\Delta & -\frac{3}{2} - \frac{1}{20}\Delta \end{pmatrix} = (Z_j - C_j \quad Z_j - C_j)$$

Untuk $Z_j - C_j \leq 0$

$-\frac{10}{8} + \frac{1}{8}\Delta \leq 0$

$\frac{1}{8}\Delta \leq \frac{10}{8}$

$\Delta \leq 10$

Untuk $Z_j - C_j \leq 0$

$$-\frac{3}{2} - \frac{1}{20}\Delta \leq 0$$

$$-\frac{1}{20}\Delta \leq \frac{3}{2}$$

$$\Delta \geq -30$$

Sekarang tinjau $c_1{}^* = -c_1 - \Delta = \ -350 - \Delta$

Untuk $\Delta \leq 10$

$c_1{}^* = -350 - 10$

$c_1{}^* = -360$

Untuk $\Delta \geq -30$

$c_1{}^* = -350 + 30$

$c_1{}^* = -320$

Dengan demikian range nilai $c_1{}^*$ yang tetap mempertahankan solusi optimal adalah $-360 \leq c_1{}^* \leq -320$

Untuk $c_2 = -d_2$ dan $c_2{}^* = d_2{}^*$ maka $c_2{}^* = -120 - \Delta$ sehingga diperoleh:

$$(-350 \quad -120-\Delta)\begin{pmatrix} -1/8 & 1/20 \\ 3/8 & -2/15 \end{pmatrix} = \left(-\frac{350}{8} - \frac{360}{8} - \frac{3}{8}\Delta \quad -\frac{350}{20} + \frac{240}{15}\Delta + \frac{2}{15}\right)$$

$$= \left(-\frac{10}{8} - \frac{3}{8}\Delta \quad -\frac{3}{2} + \frac{2}{15}\Delta\right) = (Z_j - C_j \quad Z_j - C_j)$$

Untuk $Z_j - C_j \leq 0$

$$-\frac{10}{8} - \frac{3}{8}\Delta \leq 0$$

$$-\frac{3}{8}\Delta \leq \frac{10}{8}$$

$$\Delta \geq \frac{10}{3}$$

Untuk $Z_j - C_j \leq 0$

$$-\frac{3}{2} + \frac{2}{15}\Delta \leq 0$$

$$\frac{2}{15}\Delta \leq -\frac{3}{2}$$

$$\Delta \leq \frac{45}{4}$$

Sekarang tunjau $c_2{}^* = -c_2 - \Delta = -120 - \Delta$

Untuk $\Delta \geq \frac{10}{3}$

$$c_2{}^* = -120 - \frac{10}{3}$$

$$c_2^* = -\frac{370}{3}$$

Untuk $\Delta \leq \frac{45}{4}$

$$c_2^* = -120 - \frac{45}{4}$$

$$c_2^* = -\frac{525}{4}$$

Dengan demikian range nilai c_2^* yang tetap mempertahankan solusi optimal adalah $-\frac{525}{4} \leq c_2^* \leq -\frac{370}{3}$

Dari hasil penyelesaian disimpulkan bahwa:

1. Perubahan nilai kanan fungsi batasan yang tetap mempertahankan nilai kanan fungsi batasan yang tetap memberikan solusi optimal adalah:

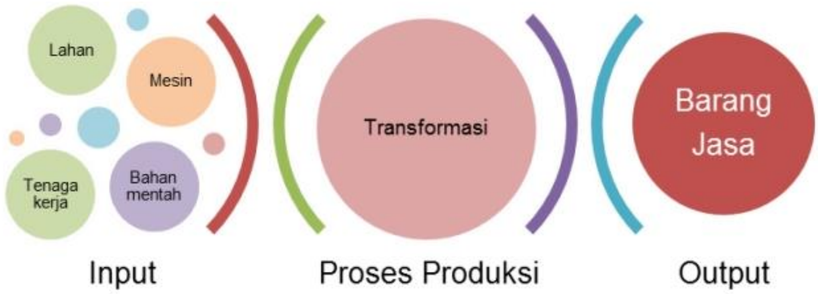
b_i	Min	Max
b_1	9600	10800
b_2	24000	27000

2. Perubahan pada koefisien fungsi tujuan yang tetap memberikan solusi yang optimal adalah:

c_i	Min	Max
c_1	-360	-320
c_2	$-\frac{525}{4}$	$-\frac{370}{3}$

1.6.7 Produksi

Kegiatan produksi adalah satu produk didefenisikan sebagai satu barang atau jasa yang dibuat ditambah gunanya atai nilainya dalam proses produksi dan menjadi hasil akhir dari proses produksi itu. Di dalam proses produksi, faktor produksi mempunyai hubungan yang sangat erat dengan produk yang dihasilkan. Produk sebagai output (keluaran) dari proses produksi sangat tergantung dari faktor produksi sebagai input (masukan) dalam proses produksi tersebut. Kecukupan bahan baku digunakan sebagai penentu pencapaian produksi (Sudarso, A. 2022). Jadi dapat disimpulkan bahwa produksi merupakan kombinasi dari berbagai *input* yang menghasilkan *output* agar tercipta nilai tambah dari barang atau jasa tersebut. Secara sederhana proses ini dapat diilustrasikan sebagai berikut.



Gambar 1. 1 Diagram Proses Produksi Sederhana

Sumber: Aggraini *et al.* (2022)

Secara umum proses produksi terdiri dari tiga jenis faktor produksi, yaitu (Aggraini *et al* 2022):

1. Land (bahan mentah), yang sering disebut oleh ekonom sebagai pemberian alam, dibeli dan nantinya diubah perusahaan menjadi bahan jadi.
2. Labor (tenaga kerja), sumber daya manusia yang mengerjakan kegiatan produksi, termasuk upaya fisik, pemikiran, dan kewirausahaan yang diberikan oleh orang dalam perusahaan.
3. Capital (modal), investasi dan alat bantu dalam proses produksi meliputi lahan, bangunan, mesin, hingga persediaan.

1.6.8 Kopi

Kopi pertama kali dikenal dan dimanfaatkan sebagai sejenis makanan penambah energi ditemukan antara tahun 578-850 M oleh suku Galla di Ethiopia. Saat itu di masa kejayaan Islam yang berada di bawah kekaisaran Ottoman, pedagang Islam menyebarkan kopi, dimana pada masa itu mereka percaya bahwa kopi memiliki khasiat bagi kesehatan dan dapat menahan rasa mengantuk.

Gambar 1. 2 Kopi

Sumber: goldsgym-nutrition.com

Sejarah kopi di Indonesia berawal dari Malabar, India ke Jawa oleh Belanda pada tahun 1696. Belanda melakukan budidaya tanaman kopi di perkebunan yang terletak di Batavia di Kedawung, namun gagal karena banjir dan gempa bumi yang mengakibatkan tanaman tersebut rusak. Kemudian pada tahun 1699 dilakukannya upaya kedua dengan membawa stek pohon kopi Malabar dan pada tahun 1706 Belanda mengirimkan sampel kopi untuk di teliti di Kebun Raya Amsterdam. Setelah di teliti hasilnya sangat sukses, kopi tersebut memiliki kualitas yang sangat baik dan Belanda akhirnya membagikan bibit kopi tersebut untuk diperluas daerah budidayanya ke seluruh perkebunan di Indonesia seperti Sumatera, Sulawesi, Bali, Timor dan pulau-pulau lainnya (Huda & Soedarto. 2022).

1.6.8.1 Pengolahan

Peningkatan kualitas hasil biji kopi dipengaruhi oleh penggunaan pupuk organik. Dalam peningkatan produktivitasnya pemupukan menjadi faktor utama dalam pemeliharaan tanaman kopi serta pemberian tambahan unsur hara baik yang berasal dari bahan organik maupun anorganik pada tanah tanaman sangat diperlukan.

1.6.8.2 Pengolahan Kopi Sangrai dan Bubuk

Pada proses sangrai diawali dengan penguapan air dan diikuti dengan reaksi pirolisis. Secara umum kisaran penyangraian sekitar 195-205°C. Proses yang ditandai dengan evolusi gas CO_2 dalam jumlah banyak dari ruang sangrai. Pirolisis secara fisik ditandai dengan perubahan warna pada biji kopi yang awalnya kehijauan menjadi kecoklatan. Waktu penyangraian bervariasi sesuai dengan suhu yang tercapai, umumnya 10-15 menit.

Untuk memperoleh kopi bubuk dengan tingkat kehalusan tertentu maka biji kopi sangria dihaluskan dengan menggunakan alat penghalus (grinder). Sedangkan untuk mendapatkan cita rasa serta aroma yang khas, kopi bubuk tersebut bisa dilakukan pencapuran berbagai jenis kopi (arabika, robusta, dan lain-lain) sesuai dengan permintaan konsumen dimana

1.6.8.3 Pengemasan Produk Kopi

Salah satu faktor dalam persaingan pemasaran suatu produk seperti kopi selain cita rasa yang khas ialah kemasan. Kemasan yang menarik akan lebih mudah membuat konsumen tertarik dalam melakukan pembelian. Selain itu, kemasan juga harus dirancang dengan baik agar kualitas, aroma, cita rasa, serta citra produk tetap terjaga.

Tanaman kopi merupakan komoditas ekspor yang mempunyai nilai ekonomis yang relatif tinggi di pasaran dunia.Terdapat tiga spesies utama tanaman kopi yang dikembangkan di Indonesia, yaitu kopi Arabika (*Coffea Arabica Linn*), kopi Robusta (*coffea canaphora Pierre ex Frohen*) dan kopi Liberika (*Coffea liberica*). Kopi Arabika merupakan kopi tradisional yang paling enak. Kopi Robusta merupakan kopi yang memiliki kandungan kafein tinggi, ditanam dengan rasa pahit, dan asam di lingkungan tempat kopi tersebut tidak dapat bertumbuh dengan baik. Kopi Liberika merupakan tanaman kopi pada awalnya digolongkan dalam kelompok kopi Robusta. Di Indonesia, keberadaan kopi Liberika ini tidak terlalu popular karena aromanya yang menyengat tajam dan rasa pahit yang sangat kental (Huda & Soedarto. 2022).

BAB II
METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Sebelum melakukan penelitian, peneliti harus menentukan metode yang akan dilakukan dalam penelitian tersebut agar mencapai tujuan dari penelitian. Dalam penelitian ini, jenis penelitian yang digunakan adalah kuantitatif. Metode penelitian kuantitatif merupakan penelitian dengan menggunakan suatu data kuantitatif dalam bentuk angka sebagai dasar dalam penelitian untuk memecahkan suatu permasalahan dalam sebuah penelitian.

2.2 Teknik Pengumpulan Data

Data diperoleh melalui metode wawancara dan studi literatur. Data lainnya diperoleh melalui studi literatur, dengan berbagai pustaka yaitu berupa buku-buku, jurnal, artikel, dan lain-lain yang membahas tentang kopi, simulasi monte carlo, metode simpleks, pemrograman linear dan penerapannya serta analisis sensitivitas.

Tabel 2.1 Jenis Data

No	Deskripsi data	Indikator	Simbol	Satuan Pengukuran	Sumber Data
1.	Variabel Keputusan	- Kopi yang dikemas dalam ukuran 150 gr	X_1	gr	Narasumber/ Pemilik
		- Kopi yang dikemas dalam ukuran 250 gr	X_2	gr	Narasumber/ Pemilik
		- Kopi yang dikemas dalam ukuran 500 gr	X_3	gr	Narasumber/ Pemilik
		- Kopi yang dikemas dalam ukuran 1000 gr	X_4	gr	Narasumber/ Pemilik
2.	Elemen Fungsi Kendala	- Biji Kopi - Plastik/Kemasan	S_1 S_2	gr Rupiah	Narasumber/ Pemilik

3.	Fungsi tujuan	Memaksimalkan keuntungan yang diperoleh dari kopi yang dikemas dalam ukuran 150 gr, 250 gr, 500 gr, dan kopi bubuk yang dikemas dalam ukuran 1000 gr.	$Z_{max} = C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + C_4X_4$	Rupiah	Narasumber/ Pemilik

2.3 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di perpustakaan Universitas Hasanuddin dan di industri pengolahan kopi yakni di Akarosta Coffee Roastery & Storehouse, Kecamatan Makale yang merupakan salah satu wilayah di Kabupaten Tana Toraja mulai dari bulan maret 2024 hingga pengolahan data dan hasil penelitian telah diperoleh yaitu selama proses bimbingan berlangsung.

2.4 **Prosedur Penelitian**

Dalam melakukan suatu penelitian, tahap yang sangat penting adalah prosedur penelitian. Hal ini alternatif berguna agar penelitian dapat dilakukan secara terstruktur, sistematis dan memperoleh data yang baik.

Berikut ini langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini:

1) Identifikasi Masalah

   Permasalahan yang dihadapi oleh usaha kopi Akarosta Coffee Roastery & Storehouse adalah memaksimumkan hasil produksi atau keuntungan dengan persediaan dan keterbatasan bahan baku serta waktu pengerjaan oleh mesin.

2) Pemilihan Model Pemecahan Masalah

   Model yang digunakan dalam pemecahan masalah yang telah teridentifikasi adalah simulasi monte carlo, model pemrograman linier yaitu penerapan metode simpleks permasalahan maksimasi secara manual dan analisis sensitivitasnya.

3) Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan melalui kepustakaan dimana penulis mengambil informasi-informasi dan materi yang berkaitan dengan tema penelitian melalui media cetak dan elektronik seperti, buku, artikel, dan literature lainnya, serta observasi dan wawancara dengan pihak pemilik industri pengolahan kopi bubuk Akarosta Coffee Roastery & Storehouse. Adapun data yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu, bahan baku produksi dan keuntungan per produk.

4) Pengolahan Data dan Analisis

   Pengolahan data dan analisis yang digunakan adalah metode simulasi monte carlo, metode simpleks dengan analisis sensitivitas.

5) Evaluasi Hasil dan Kesimpulan

   Evaluasi hasil dilakukan dengan menganalisis hasil analisis yang dihasilkan pada langkah sebelumnya. Evaluasi hasil dan kesimpulan juga dilakukan dengan membandingkan antara hasil penelitian dengan kondisi aktual yang dialami oleh usaha kopi bubuk Akarosta Coffee Roastery & Storehouse.

2.5 Diagram Alir