

**IMPLEMENTASI METODE *LINEAR PROGRAMMING* UNTUK MENGANALISIS PRODUKSI YANG OPTIMAL PADA TIAP-TIAP VARIAN PRODUK**

**(STUDI KASUS: PABRIK SAUS SUMBER SARI)**

**SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Dalam Rangka

Memenuhi Penyusunan Skripsi Jenjang S1

Program Studi Teknik Industri

Oleh:

**MUHAMMAD KHILMAN**

**NPM. 6320600041**

# COVER

**FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER**

**UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL**

**2025**

# LEMBAR PERSETUJUAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Implementasi Metode *Linear Programming* Untuk Menganalisis Produksi Yang Optimal Pada Tiap-Tiap Varian Produk

Nama Penulis : Muhammad Khilman

Npm : 6320600041

Telah disetujui oleh dosen pembimbing untuk dipertahankan dihadapan sidang dewan penguji skripsi Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal:

Hari :

Tanggal :

# 

# 

# HALAMAN PENGESAHAN

Telah dipertahankan dihadapan sidang Dewan Penguji skripsi Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal

Pada hari :

Tanggal :

# HALAMAN PERNYATAAN

# MOTTO DAN PERSEMBAHAN

**MOTTO**

“Hari Ini Harus Lebih Baik Dari Hari Kemarin Dan Hari Esok Harus Lebih Baik Dari Hari Ini”

**PERSEMBAHAN**

Skripsi ini penulis persembahkan kepada :

1. Kedua orang tua saya, Bapak A. Sikhakh dan Ibu Umi Kulsum yang sealau memberikan dukungan dan cinta tanpa batas, baik dalam bentuk semangat, doa maupun materi. Tanpa kalian, saya tidak akan bisa sampai pada titik ini.
2. Adik saya, Lu’lu Zahira yang selalu memberi kebahagiaan, semangat, dan candaan setiap harinya. Terima kasih atas keceriaan dan dukungannya.
3. Sahabat saya, M. Tri Mulyadi dan Rozalina S.pd yang sudah membantu dan memberi dukungan salam pengerjaan skripsi ini.
4. Dosen pembimbing yang telah memberikan semangat, cinta dan dukungan tanpa henti selama masa perkuliaan dan penilisan skripsi ini. Terima kasih atas kesabaran dan pengertiannya
5. Seluruh dosen Fakultas Teknik Dan ilmu Komputer Universitas Pancasaksati Tegal yang telah memberikan ilmu atas materi-materi yang dijelaskan selama perkuliahan, sehingga saya bisa berakhir sampai penulisan skripsi ini.
6. Teman seperjuangan saya, Adi Tegar P, Dian Saadah yang sudah menemani saya selama masa perkuliahan dan praktek kerja lapangan
7. Teman saya, Dwi Prayogo, M. Ardan Klausarino, dan Panggarjito Dwicahyo yang sudah menemani, membantu dan memberi dukungan dalam pengerjaan skripsi ini, serta menjadi teman cerita disaat senang maupun susah.
8. Teman-teman saya baik dikampus maupun luar kampus yang ada saat senang maupun duka, dan memberikan semangat dan kebersamaan yang taidak ternilai harganya

# KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis pamjatkan kehadirat Allah SWT, karena dengan Rahmat,, Karunia, dan Kehendak-Nya, Penulis dapat menyelesaikan Proposal Skripsi ini hingga akhir dengan baik dan benar.

Dalam menyelesaikan Skripsi ini, penulis dibantu dari berbagai pihak, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih banyak yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu serta penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Agus Wibowo, S.T. M.T selaku Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.
2. Bapak Ir. Tofik Hidayat, M.Eng selaku Dosen Pembimbing I.
3. Bapak M. Cipto Sugiono, S.T. M.T selaku Dosen Pembimbing II.
4. Bapak Saufik Luthfianto, S.T. M.T selaku Kaprodi Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.
5. Bapak dan Ibu yang tak pernah lelah mendoakanku.
6. Teman-teman baik di kampus maupun di rumah yang telah memberikan dukungan moral dalam penyusunan skripsi ini.
7. Semua pihak yang telah membantu hinggal skripsi ini selesai, semoga bantuan dan bimbingan yang telah diberikan mendapat balasan sesuai dari Allah SWT.

Akhir kata semoga skripsi ini dapat berguna bagi fakultas teknik dan ilmu computer demi kemajuan Universitas Pancasakti Tegal mohon maaf masih banyak kekurangan yang masih ada pada laporan ini, harapan penulis semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

|  |
| --- |
| Tegal, 24 Februari 2025 |
| Muhammad Khilman  NPM.6320600041 |

# ABSTRAKS

Muhammad Khilman “**Implementasi Metode *Linear Programming* Untuk Menganalisis Produksi Yang Optimal Pada Tiap-Tiap Varian Produk” (Studi Kasus : Pabrik Caos Harum Sari).** Laporan Skripsi TeknikIndustri Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal 2025.

Salah satu yang dihadapi Pabrik Saus Sumber Sari di Brebes memiliki permasalahan yang berkaitan dengan proses pemaksimalan keuntungan yaitu proses mencari solusi untuk mencapai produksi yang optimal. Setiap produksi dengan kurun waktu satu bulan, bahan-bahan tersebut belum dimanfaatkan secara maksimal. Ketika persediaan bahan-bahan belum dimanfaatkan secara maksimal maka keuntungan yang diperoleh pun belum maksimal. Tujuan penelitian ini adalah menentukan jumlah produksi optimal untuk memaksimalkan keuntungan produksi dengan metode linear programming metode simplek. Jumlah ketersediaan bahan baku selama 1 bulan, bahan baku setiap produksi, waktu produksi, dan biaya produksi adalah semua sumber data yang digunakan. Solusi terbaik untuk menentukan produksi yang optimal melalui pemodelan matematika metode simplek dan *software Pom-Qm.* untuk mencapai tujuan ini menggunakkan *linear programming* metode simplek. Hasil penelitian ini dilakukan perhitungan secara manual dengan metode Simplek dan dengan alat bantu software *Pom-Qm*. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa produksi yang dilakukan pabrik saus sumber sari agar mendapatkan keuntungan maksimal adalah memproduksi saus botolan 96,67 krat, saus revil 71,36 dus, saus rawit 15,67 bal, dan saus sachet 60,31 dus dengan keuntungan maksimal Rp 407.260.200

**Kata Kunci** : *Optimasi*, *Linear Programming*, *Pom-QM*

# ABSTRACT

Muhammad Khilman "Implementation of Linear Programming Method to Analyze Optimal Production for Each Product Variant" (Case Study: Caos Harum Sari Factory). Industrial Engineering Thesis Report, Faculty of Engineering and Computer Science, Pancasakti University Tegal 2025.

One of the issues faced by the Sumber Sari Sauce Factory in Brebes is related to the profit maximization process, which involves finding solutions to achieve optimal production. Each production cycle within a month, those materials have not been utilized to their maximum potential. When the inventory of materials is not utilized to the fullest, the profits obtained are also not maximized. The purpose of this research is to determine the optimal production quantity to maximize production profit using the simplex method of linear programming. The amount of raw material availability over 1 month, raw material for each production, production time, and production cost are all the data sources used. The best solution to determine optimal production through mathematical modeling using the simplex method and Pom-Qm software. To achieve this goal, the simplex method of linear programming is used. The results of this research were calculated manually using the Simplex method and with the aid of the Pom-Qm software. The calculation results show that the production carried out by the Sumber Sari sauce factory to achieve maximum profit is to produce 96.67 crates of bottled sauce, 71.36 boxes of revil sauce, 15.67 bales of chili sauce, and 60.31 boxes of sachet sauce, with a maximum profit of Rp 407,260,200.

**Keywords** : *Optimization, Linear Programming, Pom-QM*

# DAFTAR ISI

[COVER i](#_Toc191527117)

[LEMBAR PERSETUJUAN NASKAH SKRIPSI i](#_Toc191527118)

[HALAMAN PENGESAHAN ii](#_Toc191527119)

[HALAMAN PERNYATAAN iii](#_Toc191527120)

[MOTTO DAN PERSEMBAHAN iv](#_Toc191527121)

[KATA PENGANTAR vi](#_Toc191527122)

[ABSTRAKS viii](#_Toc191527123)

[ABSTRACT ix](#_Toc191527124)

[DAFTAR ISI x](#_Toc191527125)

[DAFTAR GAMBAR xii](#_Toc191527126)

[DAFTAR TABEL xiii](#_Toc191527127)

[DAFTAR LAMPIRAN xv](#_Toc191527128)

[BAB I PENDAHULUAN 1](#_Toc191527129)

[A. Latar Belakang 1](#_Toc191527130)

[B. Batasan Masalah 4](#_Toc191527131)

[C. Rumusan Masalah 5](#_Toc191527132)

[D. Tujuan Penelitian 5](#_Toc191527133)

[E. Manfaat Penelitian 5](#_Toc191527134)

[F. Sistematika Penulisan 6](#_Toc191527135)

[BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA 8](#_Toc191527136)

[A. Landasan Teori 8](#_Toc191527137)

[1. Optimasi 8](#_Toc191527138)

[2. Keuntungan 12](#_Toc191527139)

[3. Produksi 13](#_Toc191527140)

[4. Biaya Produksi 16](#_Toc191527141)

[5. Linear Programming 17](#_Toc191527142)

[*6.* *Software Pom-Qm* 29](#_Toc191527143)

[B. Tinjauan Pustaka 35](#_Toc191527144)

[BAB III METODOLOGI PENELITIAN 39](#_Toc191527145)

[A. Metode Penelitian 39](#_Toc191527146)

[B. Waktu dan Tempat Penelitian 40](#_Toc191527147)

[C. Variabel Penelitian 41](#_Toc191527148)

[D. Metode Pengumpulan Data 43](#_Toc191527149)

[E. Metode Pengolahan Data 44](#_Toc191527150)

[F. Metode Analisis Data 44](#_Toc191527151)

[*G.* Diagram Alur Penelitian 49](#_Toc191527152)

[BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 50](#_Toc191527153)

[A. Hasil Penelitian 50](#_Toc191527154)

[B. Pengolahan Data 58](#_Toc191527155)

[BAB V PENUTUP 119](#_Toc191527156)

[A. Kesimpulan 119](#_Toc191527157)

[B. Saran 119](#_Toc191527158)

[DAFTAR PUSTAKA 120](#_Toc191527159)

[DAFTAR LAMPIRAN 123](#_Toc191527160)

# DAFTAR GAMBAR

[Gambar 2 1 Tampilan Awal Pom-QM 31](file:///G:\Skripsi\skripsi\skripsi\Bismillah%20Skripsi.docx#_Toc187282537)

[Gambar 2.2 Menu File Pada Sofware Pom-Qm 33](#_Toc187282538)

[Gambar 2.3 Tampilan Input Data 34](file:///G:\Skripsi\skripsi\skripsi\Bismillah%20Skripsi.docx#_Toc187282539)

[Gambar 3 1 Diagram alur penelitian 49](#_Toc187282542)

[Gambar 4.1 Tampilan Awal Pom-qm 114](file:///G:\Skripsi\skripsi\skripsi\Bismillah%20Skripsi.docx#_Toc187282543)

[Gambar 4.2 Tampilan Setting Variabel dan constraint 114](file:///G:\Skripsi\skripsi\skripsi\Bismillah%20Skripsi.docx#_Toc187282544)

[Gambar 4.3 Tampilan Input Data 115](#_Toc187282545)

[Gambar 4.4 Literasi Output Linear Programming Result 115](#_Toc187282546)

[Gambar 4.5 Literasi Output Solution List 117](file:///G:\Skripsi\skripsi\skripsi\Bismillah%20Skripsi.docx#_Toc187282547)

[Gambar 4 6 Literasi Output Ranging 116](file:///G:\Skripsi\skripsi\skripsi\Bismillah%20Skripsi.docx#_Toc187282548)

[Gambar 4.7 Literasi Output Iteration 117](#_Toc187282549)

# DAFTAR TABEL

[Tabel 4.1 Klasifikaasi Produk Saus 51](#_Toc188424429)

[Tabel 4.2 Ketersediaan Bahan Baku Per Bulan 52](#_Toc188424430)

[Tabel 4.3 Komposisi Saus Botol 53](#_Toc188424431)

[Tabel 4.4 Komposisi Saus Revil 53](#_Toc188424432)

[Tabel 4.5 Komposisi Saus Rawit 54](#_Toc188424433)

[Tabel 4 6 Komposisi Saus Sachet 54](#_Toc188424434)

[Tabel 4.7 Waktu Produksi 55](#_Toc188424435)

[Tabel 4.8 Jumlah Produksi Maksimal Untuk Setiap Produk 56](#_Toc188424436)

[Tabel 4.9 Harga Jual Produk 57](#_Toc188424437)

[Tabel 4.10 Keuntungan Produksi 57](#_Toc188424438)

[Tabel 4.11 Tabel Fungsi Tujuan Pada Produksi 58](#_Toc188424439)

[Tabel 4.12 Tabel Fungsi Kendala Pada Produksi 59](#_Toc188424440)

[Tabel 4.13 Menyusun Persamaan Ke Dalam Tabel 63](#_Toc188424441)

[Tabel 4.14 Memilih Kolom Kunci 65](#_Toc188424442)

[Tabel 4.15 Memilih Baris Kunci 68](#_Toc188424443)

[Tabel 4.16 Mengubah Nilai-Nilai Baris Kunci 71](#_Toc188424444)

[Tabel 4.17 Merubah Nilai-Nilai Selain Baris Kunci 75](#_Toc188424445)

[Tabel 4.18 Memilih Kolom Kunci 77](#_Toc188424446)

[Tabel 4.19 Memilih Baris Kunci 80](#_Toc188424447)

[Tabel 4.20 Mengubah Nilai-Nilai Baris Kunci 83](#_Toc188424448)

[Tabel 4.21 Merubah Nilai-Nilai Selain Baris Kunci 87](#_Toc188424449)

[Tabel 4.22 Memilih Kolom Kunci 89](#_Toc188424450)

[Tabel 4.23 Memilih Baris Kunci 92](#_Toc188424451)

[Tabel 4.24 Merubah Nilai-Nilai Baris Kunci 95](#_Toc188424452)

[Tabel 4.25 Merubah Nilai-Nilai Selain Baris Kunci 99](#_Toc188424453)

[Tabel 4.26 Memilih Kolom Kunci 101](#_Toc188424454)

[Tabel 4 27 Memilih Baris Kunci 104](#_Toc188424455)

[Tabel 4 28 Mengubah Nilai-Nilai Baris Kunci 107](#_Toc188424456)

# DAFTAR LAMPIRAN

[Lampiran 1 123](file:///G:\Skripsi\skripsi\skripsi\MARET%20LULUS.docx#_Toc188516149)

[Lampiran 2 124](file:///G:\Skripsi\skripsi\skripsi\MARET%20LULUS.docx#_Toc188516150)

# BAB I PENDAHULUAN

## Latar Belakang

Persaingan bisnis semakin ketat dan sulit. Setiap perusahaan bekerja keras untuk menjadi yang terbaik dalam apa yang mereka lakukan. Akibatnya, setiap bisnis perlu memiliki kapasitas untuk tumbuh dan berkembang dengan cara yang efisien. Untuk tetap bersaing di industri atau bisnis, para pengusaha harus mencari peluang bisnis yang ditawarkan dengan pendapatan yang stabil. (Salsabilah Daryani et al., 2023).

Perusahaan memiliki tujuan untuk menghasilkan keuntungan yang setinggi mungkin. Untuk mencapai tujuan ini, perusahaan harus dapat mengikuti perkembangan dalam industri teknologi informasi dan manajemen. (Rachman et al., 2017).

Pada saat ini, sebagian besar perusahaan dalam industri menghadapi masalah persaingan yang semakin kompetitif. Perencanaan dan ketersediaan produk untuk memenuhi tuntutan pasar adalah komponen strategis yang diperlukan oleh perusahaan untuk dapat bersaing dalam dunia bisnis. (Rachman et al., 2017).

Untuk mencapai keuntungan maksimum, manajer produksi sering menghadapi masalah menentukan jumlah produksi yang ideal. Untuk meningkatkan keuntungan, Anda harus mengurangi biaya. Ini dikenal sebagai optimisasi keuntungan. Metode simpleks dapat diterapkan pada program linier untuk memecahkan masalah optimasi ini. Program linier, juga dikenal sebagai optimasi linier, adalah program yang sering digunakan untuk memecahkan masalah ini. (Salsabilah Daryani et al., 2023).

Metode seperti pemrograman linear, pemrograman nonlinear, dan program tujuan ganda dapat digunakan untuk memecahkan masalah optimal. Memaksimalkan sebuah fungsi, atau meminumnya, adalah tujuan dari masalah optimasi linear. Mereka adalah fungsi objektif, sasaran, dan tujuan. Dalam model pemrograman linear, dua jenis fungsi dikenal: fungsi objektif (objective function) dan fungsi kendala (constraint function). (Harahap, 2022).

Produksi adalah proses yang dilakukan oleh manusia untuk menghasilkan barang dan jasa yang kemudian dikonsumsi oleh konsumen. Dalam perspektif Islam, produksi tidak hanya bertujuan untuk menghasilkan sebanyak mungkin keuntungan, tetapi yang paling penting adalah mengimbangi kemaslahatan individu dan masyarakat. Dengan kata lain, ada yang berpendapat bahwa pertimbangan produsen tidak hanya terfokus pada sumber daya yang memiliki hubungan teknis dengan output, tetapi juga pada berkah non-teknis yang ada pada kedua sumber daya dan output.

Pabrik Saus Sumber Sari merupakan usaha kecil dan menengah yang memproduksi Saus. Saus yang diproduksi berasal dari cabe dan ubi sebagai bahan bakunya. Saos yang mereka produksi antara lain, Saus Botolan, Saus Revil, Saus Saset, dan Saus Rawit. Permasalahan yang di hadapi di Pabrik Saus Harum adalah memiliki permasalahan yang berkaitan dengan proses pemaksimalan keuntungan yaitu proses mencari solusi untuk mencapai produksi yang optimal. Mengingat bahwa ada hubungan linear antara tingkat keuntungan dan produksi perusahaan, metode simpleks dapat digunakan untuk memecahkan masalah optimasi program linier.

Dalam memecahkan masalah program linier dapat bisa menerjemahkan terlebih dahulu mengenai kendala-kendala yang terdapat di dalam masalah program linier dalam bentuk perumusan matematika. Proses tersebut dinamakan dengan model matematika. Suatu model matematika dikatakan baik apabila di dalam model tersebut hanya mengandung bagian-bagian yang diperlukan saja. Seperti halnya dalam proses produksi Pabrik Saus Sumber Sari mempunyai beberapa kendala dalam memproduksi 4 jenis yaitu Saus Botolan, Saus Revil, Saus Saset, dan Saus Rawit. Berdasarkan wawancara yang dilakukan kepada hrd Pabrik Saus Sumber Sari dalam memproduksi saus tentunya banyak jenis bahan baku yang digunakan dan dalam skala besar, namun dalam setiap produksi dengan kurun waktu satu bulan, bahan-bahan tersebut belum dimanfaatkan secara maksimal. Ketika persediaan bahan-bahan belum dimanfaatkan secara maksimal maka keuntungan yang diperoleh pun belum maksimal. Pabrik Saus Sumber Sari juga belum menerapkan program linier dalam produksinya. Hal inilah yang menjadi salah satu penyebab belum tercapainya keuntungan optimal. Agar dapat menggunakan input produksi secara efisien maka perlu menggunakan metode simpleks dalam proses produksi. Keuntungan yang diperoleh Pabrik ssebesar Rp. 100.000.000 perbulan.

Metode simpleks merupakan sebuah metode penyelesaian program linier, digunakan sebagai alat pengambilan keputusan untuk menemukan nilai optimal untuk berbagai variabel dan pertidaksamaan. (Salsabilah Daryani et al., 2023). Berbeda dengan program linier: metode grafik, metode penyelesaian untuk maksimal 2 variabel keputusan, maka metode simpleks adalah metode yang tepat untuk penyelesaian masalah. Maka akan dibahas optimasi keuntungan dengan program linier menggunakan metode simpleks.

Berdasarkan latar belakang diatas maka penulis perlu melakukan penelitian optimasi produksi dengan mengangkat topik sebagai judul dalam penelitian skripsi yaitu “**Implementasi Metode *Linear Programming* Untuk Menganalisis Produksi Yang Optimal Pada Tiap-Tiap Varian Produk” (Studi Kasus : Pabrik Caos Harum Sari).**

## Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan dikaji pada penelitian ini adalah :

1. Variabel yang diteliti adalah produk saus botol, saus revil, saus sachet, dan saus rawit.
2. Kendala bahan baku, waktu produksi, dan biaya produksi.
3. Optimalisasi keuntungan produksi saus Sumber Sari.
4. Data yang digunakkan dalam penelitian ini bulan November 2024
5. Perhitungan Linear Programming dengan metode simpleks
6. Penelitian ini menggunakkan software *POM-QM*

## Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana mencari produksi yang optimal dengan menggunakkan *linear programming* metode simpleks dengan menggunakkan bantuan software *POM-QM*?

## Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah menentukan jumlah Produksi optimal untuk memaksimalkan keuntungan produksi dengan metode *linear programming* metode simpleks menggunakkan *POM-QM*

## Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Bagi Penulis

Penulis dapat menerapkan ilmu yang didapat dari bangku perkuliahan ke dalam praktek dunia usaha yang nyata, dan juga bermanfaat untuk menambah pengetahuan penulis khususnya di bidang produksi.

1. Bagi Perusahaan

Hasil penelitian ini merupakan masukan yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam mengendalikan persediaan serta pengambilan keputusan khususnya dalam kegiatan produksi.

1. Bagi Universitas

Hasil penelitian ini dapat dijadikan bahan informasi penelitian selanjutnya dan sebagai tambahan referensi perpustakaan.

## Sistematika Penulisan

Secara garis besar, penelitian ini akan disusun dalam tiga bab dengan sistematika sebagai berikut :

**Bab I : Pendahuluan**

Pada bab ini menguraikan tentang latar belakang masalah mengenai pokok pikiran penelitian ini. Kemudian dilanjutkan perumusan masalah yang diangkat serta dikemukakan dengan tujuan penelitian dan batasan masalah dalam penulisan sistematika yang digunakan.

**Bab II : Landasan Teori Dan Tinjauan Pustaka**

Bab ini menguraikan tentang landasan teori penelitian yang diambil, dan sebagai refensi yang mendukung demi tercapainya tujuan penelitian ini. Meliputi : optimasi, keuntungan, produksi, biaya produksi, dan linear programming metode simplek

**Bab III: Metodologi Penelitian**

Bab ini meliputi metode penelitian, bahan atau bahan penelitian, objek penelitian, metode penelitian, data yang dibutuhkan dan metode analisis yang dapat digunakan, menyajikan urutan proses penelitian yang dilakukan dalam bentuk flowchart.

**Bab IV : Hasil Dan Pembahasan**

Bab ini menjelaskan bagaimana hasil yang didapat dari penelitian dan pembahasannya. Proses dengen metode yang telah dijelaskan pada bagian sebelumnya. Bab ini menjelaskan tentang implementasi program linear untuk menganalisis produksi yang optimal.

**Bab V : Penutup**

Bab ini berisi tentang uraian Kesimpulan penelitian yang didapat dari hasil perhitungan olah data untuk menjawab permasalahan dan saran untuk penelitian lebih lanjut.

**Daftar Pustaka**

**Lampiran**

# 

# BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

## Landasan Teori

### Optimasi

Menurut Nasendi & Anwar (1985) dalam (Suryanto, 2019) bahwa Optimasi adalah serangkaian tindakan untuk mengumpulkan kelompok kondisi yang diperlukan untuk mencapai hasil terbaik dalam kondisi tertentu. Dalam pendekatan normative, ini didefinisikan sebagai pencarian penyelesaian terbaik untuk suatu masalah yang ditunjukan untuk maksimisasi atau minimisasi melalui fungsi tujuan. (Suwardi Nugroho et al., 2019).

Optimisasi adalah suatu bentuk pendekatan normatif untuk menemukan penyelesaian terbaik untuk masalah pengambilan keputusan. Dalam optimisasi, penyelesaian masalah digunakan untuk mencapai titik maksimum atau titik minimum dari fungsi. Bentuk optimasi dapat berupa meminimumkan biaya yang dikeluarkan atau memaksimumkan pendapatan yang ingin diperoleh. Model untuk merepresentasikan dan menyelesaikan persoalan tersebut adalah menggunakan pemrograman bilangan bulat (Salsabilah Daryani et al., 2023).

Optimasi produksi diperlukan perusahaan dalam rangka mengoptimalkan sumberdaya yang digunakan agar suatu produksi dapat menghasilkan produk dalam kuantitas dan kualitas yang diharapkan, sehingga perusahaan dapat mencapai tujuannya. Optimasi produksi adalah penggunaan faktor-faktor produksi yang terbatas secfisien mungkin. Faktor-faktor produksi tersebut adalah modal, mesin, peralatan, bahan baku, bahan pembantu dan tenaga kerja. Berdasarkan langkah-langkah optimasi setelah masalah diidentifikasi dan tujuan ditetapkan maka langkah selanjutnya adalah memformulasikan model matematik yang meliputi tiga tahap, yaitu :

1. Menentukan variabel yang tidak diketahui (variabel keputusan) dan nyatakan dalam simbol matematik.
2. Membentuk fungsi tujuan yang ditunjukkan sebagai hubungan linier (bukan perkalian) dari variabel Keputusan.
3. Menentukan semua kendala masalah tersebut dan mengekspresikan dalam persamaan atau pertidaksamaan yang juga merupakan hubungan linier dari variabel keputusan yang mencerminkan keterbatasan sumberdaya masalah tersebut.

Setiap perusahaan akan berusaha mencapai keadaan optimal dengan memaksimalkan keuntungan atau dengan meminimalkan biaya yang dikeluarkan dalam proses produksi. Perusahaan mengharapkan hasil yang terbaik dengan keterbatasan sumberdaya yang dimiliki, namun dalam mengatasi permasalahan dengan teknik optimasi jarang menghasilkan suatu solusi yang terbaik. Hal tersebut dikarenakan berbagai kendala yang dihadapi berada diluar jangkauan perusahaan.

Optimasi dapat ditempuh dengan dua cara yaitu maksimalisasi dan minimalisasi. Maksimalisasi adalah optimasi produksi dengan menggunakan atau mengalokasian input yang sudah tertentu untuk mendapatkan keuntungan yang maksimal. Sedangkan minimalisasi adalah optimasi produksi untuk menghasilkan tingkat output tertentu dengan menggunakan input atau biaya yang paling minimal.

Persoalan optimasi dibagi menjadi dua jenis yaitu tanpa kendala dan dengan kendala. Pada optimasi tanpa kendala, faktor-faktor yang menjadi kendala atau keterbatasan-keterbatasan yang ada terhadap fungsi tujuan diabaikan sehingga dalam menentukan nilai maksimum atau minimum tidak terdapat batasan-batasan terhadap berbagai pilihan alternatif yang tersedia. Sedangkan pada optimasi dengan kendala, faktor-faktor yang menjadi kendala terhadap fungsi tujuan diperhatikan dalam menentukan titik maksimum atau minimum fungsi tujuan.

Manfaat Optimalisasi adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifiksi tujuan
2. Mengatasi kendala
3. Pemecahan masalah yang lebih tepat dan dapat diandalkan
4. Pengambilan keputusan yang lebih cepat.

Dalam (Pipit Muliyah et al, 2020)Ada beberapa indikator dalam melakukan optimalisasi yang harus diidentifikasikan selama proses implementasi uuntuk menghasilkan suatu pelaksanaan perencanaan, yaitu sebagai berikut :

1. Tujuan

Tujuan bisa berbentuk maksimasi atau minimisasi. Bentuk maksimasi digunakan jika tujuan pengoptimalan beruhubungan dengan keuntungan, penerimaan dan sejenisnya. Bentuk minimisasi akan digunakan jika tujuan pengoptimalan berhubungan dengan biaya, waktu dan sejenisnya.

1. Keputusan

Pengambilan keputusan dihadapkan pada beberapa pilihan untuk mencapai tujuan yang ditetapkan. Hal ini dilakukan untuk mencapai tujuan awal sehingga menghasilkan keputusan yang maksimal.

1. Disposisi

Bagian dari sikap dan komitmen para pelaku atau perancang terhadap progam yang dilaksanakan sebagai tindak lanjut penyelesaian.

Optimasi dengan kendala pada dasarnya merupakan persoalan dalam menentukan nilai variabel suatu fungsi menjadi maksimum atau minimum dengan memperhatikan keterbatasan-keterbatasan yang ada. Keterbatasan-keterbatasan itu meliputi input atau faktor-faktor produksi seperti modal, bahan baku, tenaga kerja dan mesin. Optimasi produksi dengan kendala perlu memperhatikan faktor-faktor yang menjadi kendala pada fungsi tujuan karena kendala menentukan nilai maksimum dan minimum. Fungsi hijuan merupakan suatu pernyataan matematis yang digunakan untuk mempresentasikan kriteria dalam mengevaluasi solusi suatu masalah. Fungsi tujuan dalam teknik optimasi produksi merupakan unsur yang penting karena akan menentukan kondisi optimal suatu keadaan.

Salah satu metode untuk memecahkan masalah optimasi produksi yang mencakup fungsi tujuan dan kendala adalah *Linear Programming*. Metode ini adalah suatu teknik perencanaan analitis dengan menggunakan model matematika yang bertujuan untuk menemukan beberapa kombinasi alternatif solusi.

### Keuntungan

Pada umumnya tujuan perusahaan adalah mendapatkan keuntungan maksimal, tetapi perusahaan harus melakukan proses produksi seefektif mungkin untuk mencapai tujuan tersebut. Laba atau rugi adalah perbedaan antara beban bisnis dan pendapatan. Jika beban bisnis lebih besar dari pendapatan, perbedaan ini disebut rugi. Laba atau rugi dihitung secara berkala. Laba atau rugi yang ditampilkan di sini belum merupakan laba atau rugi yang sebenarnya; hanya setelah perusahaan menghentikan operasinya dan melakukan likuidasi barulah laba atau rugi yang sebenarnya dapat diketahui. (Indah R.D & Sari Purnita, 2019)

Dalam teori ekonomi, berbagai jenis perusahaan dianggap sebagai unit badan usaha dengan tujuan yang sama, yaitu mencapai keuntungan maksimum. Untuk mencapai tujuan ini, usaha harus dijalankan secara bersamaan dengan cara yang dianggap paling efisien, yaitu dengan mengatur penggunaan faktor produksi seefektif mungkin.

### Produksi

#### Pengertian Produksi

Produksi dapat didefinisikan sebagai semua kegiatan yang meningkatkan nilai atau kegunaan suatu benda. Ini dapat mencakup perubahan bentuk atau pembuatan barang baru, atau bahkan dapat meningkatkan kegunaan suatu benda karena adanya kegiatan yang memungkinkan pemilihan suatu barang berpindah dari satu orang ke tangan orang lain. Produksi dapat digambarkan sebagai hasil dari suatu aktifitas atau proses ekonomi yang memanfaatkan beberapa input (input). Oleh karena itu, produksi adalah proses menggabungkan berbagai input untuk menghasilkan output, di mana setiap variabel input dan output memiliki nilai yang sama. (Azzaroh Fatimah, 2019).

Di dalam pelaksanaan produksi, mereka sering lupa bahwa sumber daya manusia, mesin, dan material hanyalah sumber daya yang terbatas. Namun, bukan tidak mungkin untuk mendapatkan keuntungan maksimal dengan melakukan optimalisasi sumber daya. Produksi secara umum adalah segala sesuatu yang dibuat oleh suatu perusahaan dalam jangka waktu tertentu, baik barang maupun jasa, yang dihitung sebagai nilai tambah bagi perusahaan. Bentuk hasil produksi dalam kategori barang dan jasa sangat bergantung pada kategori aktivitas bisnis yang dimiliki oleh perusahaan tersebut. (Indah R.D & Sari Purnita, 2019).

Setiap proses untuk menghasilkan barang dan jasa dinamakan “Proses Produksi”. Produksi dalam artian lebih “operasional” adalah suatu proses dimana satu atau beberapa barang dan jasa yang di sebut “*input*” diubah menjadi barang dan jasa yang disebut “*output*”.

#### Jenis-jenis Proses Produksi

Menurut (Indah R.D & Sari Purnita, 2019) jenis proses produksi meliputi:

1. Proses produksi yang terus menerus (*continius processes*)

Produksi yang dihasilkan dalam jumlah yang sangat kecil dengan tingkat variasi yang sangat tinggi dan biasanya dipesan melalui proses produksi ini. Proses seperti biasanya menggunakan sistem, atau cara penyusunan peralatan berdasarkan fungsi dalam proses produksi atau peralatan yang sama dikelompokkan pada tempat yang sama, yang disebut proses *lay out* atau *departmentation by equipment*. Mesin-mesin yang digunakan dalam proses produksi seperti ini adalah mesin-mesin umum yang dapat menghasilkan berbagai produk dengan variasi yang sama, yang dikenal dengan nama *General Purpose Machines*.

Pengaruh individual operator terhadap produk yang dihasilkan sangat besar karena mesin-mesinnya umum dan biasanya kurang otomatis. Akibatnya, operator harus memiliki keahlian atau kemampuan yang tinggi dalam membuat produk tersebut. Karena mesin-mesin umum dan variasi produknya yang besar, proses produksi tidak mudah atau akan terhenti jika salah satu mesin atau peralatan rusak atau terhenti. Ini membuat pengawasan pekerjaan yang beragam lebih sulit. Karena tidak dapat dipastikan berapa banyak yang akan dipesan pembeli, persediaan bahan mentah biasanya lebih tinggi daripada proses terus-menerus atau pembuatan, karena prosesnya terputus-putus atau terhenti-henti. Biasanya, material diangkut dengan peralatan *handling* yang dapat disesuaikan yang menggunakan tenaga manusia, seperti kereta dorong atau forklift.

1. Proses produksi yang terus-menerus (*intermitten processes*)

Proses produksi yang terus menerus biasanya menghasilkan produk dalam jumlah yang besar (produksi massa) dengan tingkat variasi yang sangat kecil dan sudah distandardisasi. Untuk proses seperti ini, biasanya digunakan sistem atau metode penyusunan peralatan yang didasarkan pada urutan pengerjaan produk yang dihasilkan. Mesin khusus untuk menghasilkan produk ini digunakan dalam proses produksi seperti ini. Mesin-mesin ini disebut sebagai Mesin Khusus. Karena mesin-mesinnya khusus dan biasanya otomatis, pengaruh individu operator terhadap produk yang dihasilkan sangat kecil. Akibatnya, operator tidak perlu memiliki keahlian atau keterampilan yang sangat tinggi untuk membuat produk tersebut. Seluruh proses produksi akan terhenti jika salah satu mesin atau peralatan terhenti atau rusak. Karena mesinnya khusus dan variasi produknya kecil, struktur pekerjaannya sederhana dan jumlah tenga kerjanya tidak banyak. Persediaan bahan mentah dan bahan dalam proses lebih rendah daripada proses/produksi intermiten. Karena mesin yang digunakan khusus, proses seperti ini membutuhkan perawatan ahli dengan banyak pengetahuan dan pengalaman. Dalam kebanyakan kasus, bahan-bahan dipindahkan melalui peralatan handling yang tetap yang menggunakan tenaga mesin, seperti konveyor.

### Biaya Produksi

Dalam suatu organisasi pigak manajemen tidak bisa terlepas dari tugas perencanaan dan pengendalian agar tujuan organisasi dapat tercapai sesuai dengan yang diharapkan. Dalam hal ini pihak manajemen merancangdan mengambil langkah-langkah untuk menjamin bahwa tujuan organisasi dapat direalisasikan dengan memerlukan informasi yang berkaitan dengan biaya (*cost*). Biaya produksi adalah biaya-biaya yang dikeluarkan untuk mengolah bahan baku menjadi produk selesai, biaya ini dikeluarkan oleh departemen produksi yang terdiri dari biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung, dan biaya overhead pabrik (Indah R.D & Sari Purnita, 2019)

Biaya produksi yang dikeluarkan setiap perusahaan dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu biaya eksplisit dan biaya tersembunyi (*inputed cost*). Biaya eksplisit adalah pengeluaran-pengeluaran perusahaan yang berupa pembayaran dengan uang untuk mendapatkan faktor-faktor produksi dan bahanbahan mentah yang dibutuhkan. Sedangkan biaya tersembunyi adalah taksiran pengeluaran terhadap faktor-faktor produksi yang dimiliki oleh perusahaan itu sendiri (Azzaroh Fatimah, 2019).

### Linear Programming

#### Pengertian Linear Programming

Linear Programming merupakan metode matematik dalam mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk mencapai suatu tujuan seperti memaksimumkan keuntungan dan meminimumkan biaya. Linear Programming banyak diterapkan dalam masalah ekonomi, indsutri, militerm sosial dan lain-lain. Hasil yang diinginkan mungkin ditunjukkan sebagai maksimasi dari beberapa profit, penjualan dan kesejahteraan, atau minimisasi pada biaya, waktu dan jarak. Masalah optimasi ini dapat diselesaikan dengan Linear Programming.Linear programming berkaitan dengan penjelasan suatu kasus dalam dunia nyata sebagai suatu model matematik yang terdiri dari sebuah fungsi tujuan linear dengan beberapa kendala linear (Bakhrul Alam et al., 2021). Program Linier merupakan bagian dari Matematika yang khusus diterapkan untuk menyelesaikan persoalan yang berkaitan dengan penentuan :

1. Jumlah variabel-variabel input yang dipakai dalam suatu masalah.
2. Kombinasi variabel input yang harus disediakan atau kombinasi output yang harus dihasilkan.
3. Jumlah output yang harus dihasilkan untuk mencapai tujuan (objective) tertentu yakni untuk mencapai optimalisasi dari suatu masalah, misalnya untuk mencapai profit maksimum atau biaya minimum. Dalam membangun model dari persoalan linier programming digunakan.

Dalam membangun model dari persoalan linear programming digunakan karakteristik-karakteristik sebagai berikut :

1. Variabel keputusan

Variabel keputusan adalah variabel yang menguraikan secara lengkap keputusan- keputusan yang akan dibuat. Yang dimaksud disini adalah X1, X2 , X3 , X4,……Xn (2.1)

1. Fungsi tujuan

Fungsi tujuan merupakan fungsi dari variabel keputusan yang akan dimaksimumkan (untuk pendapatan atau keuntungan) atau diminimumkan (untuk ongkos).

1. Pembatas-pembatas

Merupakan kendala-kendala yang dihadapi sehingga kita tidak bisa menentukan harga variabel keputusan secara sembarang. Jadi maksudnya disini nilai dari variabel keputusan tersebut dibatasi oleh pembatas (constraint).

1. Pembatas tanda

Pembatas tanda adalah pembatas yang menjelaskan apakah variabel keputusannya diasumsikan hanya berharga nonnegatif atau variabel keputusan tersebut boleh berharga positif, boleh juga negatif (tidak terbatas dalam tanda).

Bentuk umum model Linear programming adalah (Lewis, 2008) :

Maksimumkan (minimumkan)

Z = (2.2)

Dengan syarat : (≤, =, ≥) , untuk semua i (i = 1,2,...,n) semua 𝑥𝑗 ≥ 0

Keterangan :

= banyaknya kegiatan j, dimana j = 1,2,....., n yang berarti terdapat n variabel keputusan.

Z = nilai fungsi tujuan.

= sumbangan per unit kegiatan j, untuk masalah maksimasi cj menunjukkan atau penerimaan per unit, sementara dalam kasus minimasi ia menunjukkan biaya per unit bi = jumlah sumberdaya ke i (i = 1,2,. m), berarti terdapat m jenis sumberdaya.

= banyaknya sumber daya i yang dikonsumsi sumberdaya j.

Secara umum, model program linier dapat dinyatakan sebagai berikut (Subagyo, 2005) :

1. Fungsi Tujuan Memakasimumkan:

*Z = C1 X1 + C2X2 + C3X3….. + CnXn* (2.3)

Dimana:

Z = Fungsi tujuan

Cn = Koefisien fungsi obyektif

X n = Variabel keputusan

1. Memenuhi syarat kendala :

:

dan

(2.4)

Kendala untuk persoalan program linier pada umumnya mencakup:

1. Hubungan diantara variabel-variabel keputusan itu sendiri.
2. Hubungan antara variabel keputusan dengan setiap sumber yang terbatas dan tersedia.
3. Hubungan antara variabel keputusan dengan setiap performasi atau target tujuan

#### Asumsi-asumsi Program Linear

1. *Linearity dan Addivity*

Semua fungsi tujuan dan kendala harus linier. Dengan kata lain, jika suatu kendala melibatkan dua variabel keputusan, dalam diagrama dimensi dua akan berupa garis lurus. Begitu juga , suatu kendala yang melibatkan tiga variabel akan menghasilkan suatu bidang datar dan kendala yang melibatkan n variabel akan menghasilkan hyperplane (bentuk geometris yang rata) dalam ruang berdimensi n. Additif dapat diartikan sebagai tak adanya penyesuaian pada perhitungan variable kriteria karena terjadinya interaksi.addivity Asumsi berarti bahwa nilai tujuan setiap kegiatan tidak saling mempengaruhi, atau dalam Linear Programming dianggap bahwa kenaikan dari nilai tujuan (Z) yang disebabkan oleh kenaikan suatu kegiatan dapat ditambahkan tanpa mempengaruhi bagian nilai Z yang diperoleh dari kegiatan lain.

1. *Divisibility*

Asumsi ini berarti bahwa nilai solusi yang diperoleh xj, tidak harus bilangan bulat. Ini berarti nilai xjdapat berupa nilai pecah. Karena itu variabel keputusan merupakan variabel kontinyu, sebagai lawan dari variabel diskrit atau bilangan bulat.

1. *Deterministic*

Semua parameter model (cj, aij, dan bi)diasumsikan diketahui konstan. Linear programming secara tak langsung mengasumsikan suatu masalah keputusan dalam suatu kerangka statis dimana semua parameter diketahui dengan kepastian. Dalam kenyataanya, parameter model jarang bersifat deterministik, karena mencerminkan kondisi masa depan maupun sekarang, dan keadaan masa depan jarang diketahui secara pasti. Menurut Dimyati (2006), Teknik linear programming dapat digunakan dalam 2 cara , yaitu :

1. Meminimumkan biaya dalam rangka tetap mendapatkan total penerimaan atau total keuntungan sebesar mungkin. Cara ini dikenal dengan istilah program “minimasi atau meminimumkan (minimize)”,
2. Memaksimalkan total penerimaan atau total keuntungan pada kendala sumber daya yang terbatas. Cara ini disebut dengan istilah program “memaksimumkan atau maksimisasi (maximize)”.

***Linear Programming* Metode Simplek**

#### Pengertian Metode Simplek

Persoalan linier tidak selalu sederhana karena melibatkan banyak constraint (pembatas) dan banyak variabel sehingga tidak mungkin diselesaikan dengan metode grafik. Oleh karena itu serangkaian prosedur matematik (aljabar linier) diperlukan untuk mencari solusi dari persoalan yang rumit tersebut. Prosedur yang paling luas digunakan adalah metode simpleks. Penemuan metode ini merupakan lompatan besar dalam riset operasi dan digunakan sebagai prosedur penyelesaian dari setiap program linier.

Metode simpleks merupakan suatu teknik penyelesaian program linier secara iterasi. Metode simpleks ini melalui perhitungan ulang (iteration) dimana langkah-langkah perhitungan yang sama diulang-ulang sampai solusi optimal diperoleh. Setiap tahap penyelesaian menghasilkan nilai fungsi tujuan yang selalu lebih optimum atau sama dari tahap-tahap penyelesaian sebelumnya. Metode simpleks sangat efisien dan sistematik yang dilengkapi test kriteria yang dapat memberitahukan kapan perhitungan harus dilanjutkan atau dihentikan sampai diperoleh solusi optimum.

Pada metode simpleks persoalan program linier selalu diubah menjadi persoalan program linier standar, dimana setiap ketidaksamaan pembatasan dieskpresikan dalam bentuk persamaan pembatasan dengan menambahkan variabel slack atau surplus. Transformasi persoalan program linier menjadi persoalan program linier standart adalah mengubah bentuk ketidaksamaan pembatasan menjadi bentuk persamaan pembatasan dengan menambahkan variabel slack atau surplus (Ruminta, 2014).

#### Istilah-Istilah Dalam Metode Simplek

Beberapa istilah yang digunakan dalam metode simplek, diantaranya sebagai berikut (Bakhrul Alam et al., 2021) :

1. Iterasi

Tahapan perhitungan dimana nilai dalam perhitungan itu tergantung dari nilai tabel sebelumnya.

1. Variabel non basis

Variabel yang nilainya diatur menjadi nol pada sembarang iterasi. Dalamn terminologi umum, jumlah variabel non basis selalu sama dengan derajat bebas dalam sistem persamaan.

1. Variabel basis

variabel yang nilainya bukan nol pada sembarang iterasi. Pada solusi awal, variabel basis 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).

1. Solusi atau nilai kanan

Nilai sumber daya pembatas yang masih tersedia. Pada solusi awal, nilai kanan atau solusi sama dengan jumlah sumber daya pembatas awal yang ada, karena aktivitas belum dilaksanakan.

1. Variabel slack

Variabel yang ditambahkan ke model matematik kendala untuk mengkonversikan pertidaksamaan ≤ menjadi persamaan (=). Penambahan variabel ini terjadi pada tahap inisialisasi. Pada solusi awal, variabel slack akan berfungsi sebagai variabel basis.

1. Variabel surplus

Variabel yang dikurangkan dari model matematik kendala untuk mengkonversikan pertidaksamaan ≥ menjadi persamaan (=). Penambahan ini terjadi pada tahap inisialisasi. Pada solusi awal, variabel surplus tidak dapat berfungsi sebagai variabel basis.

1. Variabel buatan

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.

1. Kolom pivot (kolom kerja)

Kolom yang memuat variabel masuk. Koefisien pada kolom ini akn menjadi pembagi nilai kanan untuk menentukan baris pivot (baris kerja).

1. Baris pivot (baris kerja)

Salah satu baris dari antara variabel basis yang memuat variabel keluar.

1. Elemen pivot (elemen kerja)

Elemen yang terletak pada perpotongan kolom dan baris pivot. Elemen pivot akan menjadi dasar perhitungan untuk tabel simpleks berikutnya.

1. Variabel masuk

Variabel yang terpilih untuk menjadi variabel basis pada iterasi berikutnya. Variabel masuk dipilih satu dari antara variabel non basis pada setiap iterasi. Variabel ini pada iterasi berikutnya akan bernilai positif.

1. Variabel keluar

Variabel yang keluar dari variabel basis pada iterasi berikutnya dan digantikan oleh variabel masuk. Variabel keluar dipilih satu dari antara variabel basis pada setiap iterasi. Variabel ini pada iterasi berikutnya akan bernilai nol.

#### Bentuk Baku Metode Simplek

Metode simpleks merupakan suatu perhitungan dengan menggunakan jalan iterasi. Sebelum melakukan perhitungan iterasi maka terlebih dahulu mengubah bentuk umum dari pemograman linear ke bentuk baku. Perubahan bentuk baku dimulai dengan mengubah sama dengan pada persamaan fungsi kendala dan penambahan variabel basis awal pada setiap fungsi kendala yang ada. Variabel basis awal menunjukkan belum dilakukannya aktivitas pada sumber daya sebelumnya (Teguh, 2013).

Fungsi kendala pada bentuk umum walaupun sudah dalam bentuk persamaan harus tetap diubah terlebih dahulu.Terdapat hal-hal yang harus diperhatikan sebelum merubah bentuk umum simpleks manjadi bentuk baku (Teguh, 2013). yaitu :

1. Pertidaksamaan dengan bentuk ≤ dalam bentuk umum pada fungsi kendala diubah terlebih dahulu menjadi persamaan = dengan menambahkan satu variabel slack.
2. Mengubah pertidaksamaan ≥ dalam bentuk umum menjadi persamaan = pada fungsi kendala dengan mengurangkan satu variabel surplus.
3. Fungsi kendala dengan persamaan = pada bentuk umum ditambah dengan variabel buatan (variabel artifisial).

#### Langkah – Langkah Penyelesaian Dengan Metode Simplek

Langkah – langkah penyelesaian dengan metode simplek adalah sebagai berikut (Aningke et al., 2020) :

1. Mengubah fungsi tujuan dan kendala

Semua fungsi tujuan dan batasan diubah ke bentuk persamaan (standar), dengan cara fungsi tujuan diubah menjadi fungsi implisit, yaitu fungsi tujuan digeser ke kiri dan menambah variabel penolong (slack) pada fungsi kendala.

Misalkan *Z = 3X1 + 5X2* diubah menjadi *Z = -3X1 - 5X2*

1. Menyusun persamaan-persamaan ke dalam tabel simpleks.

Langkah selanjutnya yaitu memodelkan persamaan yang telah diubah pada langkah pertama dalam ke sebuah tabel penyelesaian metode simpleks, seperti pada tabel berikut :

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Variable  Dasar | Z | X1 | X2 | … | Xn | Xn+1 | Xn+2 | … | Xn+m | NK |
| Z | 1 | -c1 | -c2 | … | -cn | 0 | 0 | … | 0 | 0 |
| Xn+1 | 0 | a11 | a12 | … | a1n | 1 | 0 | … | 0 | b1 |
| Xn+1 | 0 | a21 | a22 | … | a2n | 0 | 1 | … | 0 | b2 |
|  |  |  |  | … |  |  |  | … |  |  |
| Xn+m | 0 | am1 | am2 | … | amn | 0 | 0 | … | 1 | bm |

Keterangan :

NK = nilai ruas kanan fungsi tujuan dan batasan

1. Memilih kolom kunci

Caranya dengan memilih kolom yang mempunyai nilai pada garis fungsi tujuan yang bernilai negatif dengan angka terbesar.

1. Memilih baris kunci Pilih baris yang mempunyai limit ratio dengan angka positif terkecil.

(2.5)

1. Mengubah nilai-nilai pada baris kunci, dengan cara membaginya dengan angka kunci Angka kunci merupakan nilai yang posisinya berada pada perpotongan antara kolom kunci dengan bais kunci..

(2.6)

1. Mengubah nilai-nilai selain pada baris kunci sehingga nilai-nilai kolom kunci (selain baris kunci) = 0 Untuk mengubahnya menggunakan rumus

(2.6)

1. Melanjutkan perbaikan-perbaikan atau perubahan-perubahan. Ulangi langkah 3-6, sampai semua nilai pada fungsi tujuan bernilai positif.
2. Karena tidak ada lagi bilangan (elemen) yang bernilai negatif di baris pertama, masalah ini telah terpecahkan dan penyelesaiannya telah optimal.

### *Software Pom-Qm*

Program POM adalah program komputer yang digunakan untuk memecahkan masalah manajemen kuantitatif dalam produksi dan operasi. POM for Windows dapat digunakan dengan mudah dan menawarkan opsi untuk aplikasi yang membantu dalam pengambilan keputusan, seperti menentukan kombinasi produksi terbaik untuk menghasilkan keuntungan paling besar. menentukan order pembelian barang agar biaya perawatan menjadi serendah mungkin, menentukan tugas yang harus dilakukan karyawan agar hasilnya maksimal, dan sebagainya.

Dalam aplikasinya di komputer, program POM menyediakan berbagai jenis modul, termasuk:

1. Aggregate Planning
2. Assignment (Penugasan)
3. Balancing Assembly Line
4. Break Even/Cost-¬Volume Analysis
5. Decission Analysis (Pengambilan Keputusan)
6. Forecasting (Peramalan)
7. Inventory (Persediaan)
8. Job Shop Sceduling
9. Learning Curve
10. Linnier Proggraming (Pemrograman Linier)
11. Location
12. Lot Sizing
13. Material Requirements Planning
14. Operations Layout
15. Project Management (PERT/CPM)
16. Quality Control
17. Reliability
18. Simulation
19. Transportation
20. Waiting Lines (Antrian)

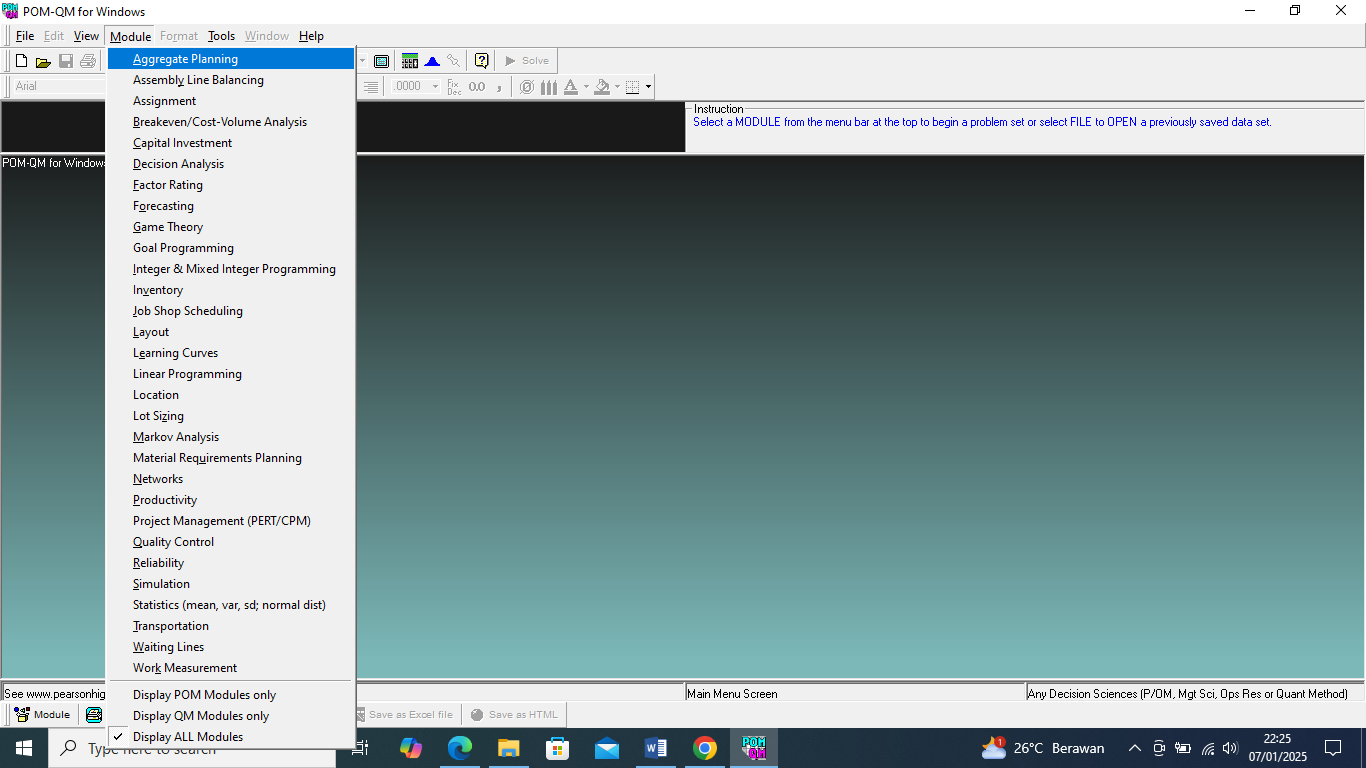
Dalam manajemen operasional fasilitas kesehatan, beberapa modul ini digunakan untuk membantu direktur RS dan kepala klinik atau puskesmas dalam membuat keputusan manajerial. Modul-modul ini termasuk penugasan, *transportation*, *inventory*, *operations layout*, *waiting lines*, dan *analysis of breakeven and cost volume*.

Untuk menjalankan program POM untuk Windows 3, ini dapat dilakukan dengan cara berikut:

1. Melalui Shortcut:

Apabila ada shortcut POM for Windows maka klik 2 kali pada icon (Gambar) Shortcut POM for Windows.

1. Melalui Menu Program:

Klik Start → Program → Pilih POM for Windows sehingga akan muncul tampilan seperti berikut.

**Gambar 2 1 Tampilan Awal Pom-QM**

Sumber : Software Pom-QM

Secara garis besar layar POM for Windows terdiri atas :

1. Title Bar

Terdiri dari: The control Main Box, program name dan button untuk layar yaitu Minimize, Maximize, dan close.

1. Menu Bar

Terdiri dari: File, Edit, View, Modul, Tables, Tools, Windows, dan Help.

1. Tool Bar atau Button Bar

Terdiri dari: Command Bar, contohnya print screen dan solve, Instruction Panel,

Extra Data Area, Data Table, Annotation Area, Status Panel.

Contoh :

Max Z = 10.000 X1 + 20.000 X2

Kendala : 1. 10 X1 + 5 X2 ≤ 480

2. 6 X1 + 20 X2 ≤ 480

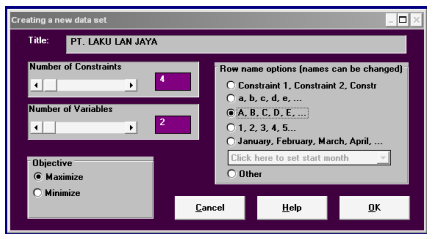
3. 8 X1 + 15 X2 ≤ 480

4. 30 X2 ≤ 80

5. X1, X2 ≥ 0

Masukkan data pada program POM for Windows dengan langkah sebagai berikut:

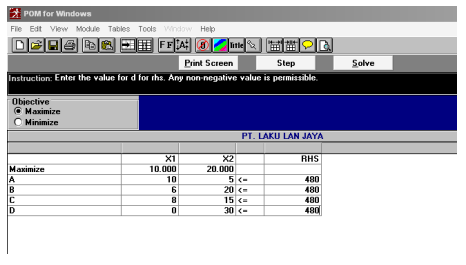
1. Pada menu POM klik MODULE lalu pilih Linear Programming, lalu klik NEW sehingga muncul gambar berikut :



**Gambar 2.2 Menu File Pada Sofware Pom-Qm**

Sumber : software Pom-QM

Keterangan:

1. *Title* → judul kasus yang diselesaikan, misalnya PT. LAKU LAN JAYA.
2. *Number of Constraint* → jumlah fungsi batasan yang ada pada kasus. Isikan 4 buah mesin untuk produksi (A,B,C,D) sebagai fungsi batasan.
3. *Number of Variables* → jumlah variabel yang ada pad fungsi tujuan. Isikan 2 sesuai kasus di ata terdapat 2 produk (1,2) sebagai fungsi tujuan.
4. *Objective* → tujuan pengalokasian sumber daya. Klik Maximize sesuai kasus di atas (memaksimalkan keuntungan).
5. *Row Name Options* → Nama batasan yang diinginkan, misalnya A,B,C,…
6. Klik OK sehingga muncul tampilan isian untuk memasukkan koefisien fungsi batasan dan fungsi tujuan serta kapasitas maksimum batasan pada kolom RHS (Right Hand Side) seperti berikut:

**Gambar 2.3 Tampilan Input Data**

Sumber : Software Pom-Qm

1. Klik SOLVE apabila data sudah lengkap dan benar sehingga akan tampak hasilnya.
2. Kemudian dengan meng-klik Window akan tampil pilihan Linear Programming Result, Ranging, Solution List, dan Iterations.

## Tinjauan Pustaka

Pengambilan penelitian dengan judul “Optimasi Keuntungan Produksi Saus Menggunakan Linear Programming Metode Simplek” merupakan hasil analisis dari peneleitian dengan meninjau penelitian-penelitian terdahulu yang menjadi refensi untuk mengkaji kembali dengan pengambilan persamaan dari tema dan objek penelitian dengan adanya perbedaan pada penelitian ini. Berikut beberapa penelitian terdahulu yang telah ditelusuri peneliti antara lain sebagai berikut:

1. (Basuki, 2018) dengan judul “Optimasi Keuntungan Produksi Kemplang Panggang Menggunakan *Linear Programming* Melalui Metode Simplek”

Dalam penelitian tersebut menggunakan *Linear Pogramming* Metode Simplek

Hasil yang didapat dari penelitian tersebut adalah analisa linear programming terhadap jumlah produksi kemplang panggang diperoleh formula keuntungan optimal Z = 150.000X1 + 185.000X2. Dari perhitungan metode simpleks dapat disimpulkan bahwa terjadi peningkatan keuntungan penjualan sebesar Rp. 617.550 jika produksi pada kemplang panggang terhadap jenis kemplang lidah badak (X2) ditingkatkan sebanyak 3 kali dari jumlah produksi sebelumnya. Adapun selisih antara keuntungan sebelum dan setelah optimasi sebesar Rp. 282.550.

1. (Suwardi Nugroho et al., 2019) dengan judul “Analisis Optimasi Keuntungan Dalam Produksi Keripik Daun Singkong Dengan Linier Programming Melalui Metode Simpleks.”

Dalam penelitian tersebut menggunakan *Linear Pogramming* Metode Simplek

Hasil yang didapat dari penelitian yaitu analisa pengolahan data menunjukkan bahwa kombinasi produksi yang diterapkan di UMKM Kedakong masih belum optimal. Dengan optimasi produksi menggunakan linier programming melalui metode simpleks mendapatkan kombinasi produksi yang optimal dan alokasi penggunaan faktor-faktor produksi yang efektif dan efisien sehingga mendapatkan keutungan yang optimal.

1. (Rumetna et al., 2020) dengan judul “Penerapan Metode Simpleks pada Usaha Dagang Bintang Tiurma.”

Dalam penelitian tersebut menggunakan *Linear Pogramming* Metode Simplek

Hasil yang didapat dalam penelitian ini dalam menerapkan PL dengan metode simpleks adalah solusi terbaik untuk mendapatkan keuntungan dari penjualan Pintu panel dan minimalis, karena dapat menyelesaikan dan membantu UD Bintang Tiurma untuk mendapatkan keuntungan yang maksimal dari sumber bahan baku dan keterbatasan yang ada. 2) Hasil perhitungan pendapatan laba dari penjualan Pintu Panel dan Minimalis dalam satu minggu per produksi yaitu Rp.700.000,-

1. (Aini et al., 2021) dengan judul “Optimalisasi Keuntungan Produksi Makanan Menggunakkan Pemrograman Linear Melalui Metode simplek”

Dalam penelitian tersebut menggunakan *Linear Pogramming* Metode Simplek

Hasil penelitian diperoleh bahwa Jumlah produksi seblak mie dan seblak telur sebanyak 3 porsi, dengan keuntungan maksimal RP.750.000.00.

1. (Nurmayanti & Sudrajat, 2021) dengan judul “Implementasi Linear Programming Metode Simplek Pada Home Industri”

Dalam penelitian tersebut menggunakan *Linear Pogramming* Metode Simplek

Hasil yang diperoleh dari perhitungan optimasi keuntungan linear programming menggunakan metode simpleks, didapatkan hasil optimal, bahwa untuk mendapatkan keuntungan yang maksimum home industry Khasanah Sari Karawang harus memproduksi roti kasur (𝑋1) sebanyak 103,93 unit dibulatkan menjadi 104 unit dan bolu gulung (𝑋2) sebanyak 103,0568 unit dibulatkan menjadi 103 unit sehingga keuntungan maksimum yang didapatkan adalah Rp.4.135.370 dari hasil keseluruhan penjualan dalam satu kali produksi atau per hari, sehingga akumulasi keuntungan maksimum dalam periode satu bulan (30 hari) adalah sebesar Rp.124.061.100 dari hasil keseluruhan penjualan.

1. (Tae et al., 2023) dengan judul “Optimasi Produksi Meubel Menggunakan Metode Simplek”

Dalam penelitian tersebut menggunakan Metode Simplek

Hasil penelitian dan pembahasan ini, maka dapat disimpulkan bahwa dalam wawancara dengan Bapak Silvester Bere mengatakan keuntungan yang diperoleh dari meubel Olbetsi perbulannya sebesar Rp 3.500.000,-. Namun setelah peneliti melakukan perhitungan menggunakan metode simpleks dengan alat bantu software POM-QM for windows, terjadi peningkatan pendapatan dalam sebulan sebesar Rp 4.100.000,- adapun selisih keuntungan sebelum dan sesudah menggunakan metode simpleks sebesar Rp 600.000,-.

1. (Firdaus et al., 2024) dengan judul “Penerapan Metode Algorima Simplek Pada Optimalisasi Produksi Busi.”

Dalam penelitian tersebut menggunakan Metode Algoritma Simplek

Hasil perhitungan didapatkan keuntungan maksimum sebesar Rp 3.038.500.000 dengan memproduksi X1=30000, X2= 52000, X3=42000, X4=48000, X5=40000, X6=48000

# BAB III METODOLOGI PENELITIAN

## Metode Penelitian

Penelitian ini termasuk kedalam jenis penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif merupakan penelitian dengan menggunakan suatu data kuantitatif dalam bentuk angka sebagai dasar dalam penelitian untuk pemecahan suatu permasalahan dalam penelitian. Metode penelitian kuantitatif merupakan metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu, teknik pengambilan sampel pada umumnya dilakukan secara acak, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, dan analisis data bersifat kuantitatif.(Ummah, 2019)

Metode ini ditandai dengan penekanannya pada analisis menyeluruh yang dilakukan secara kuantitatif, menggunakan data numerik dan angka untuk mendukung dan memperkuat hasil dan penemuan yang diperoleh melalui upaya penelitian yang ketat. Fokus utama penelitian ini berkisar pada Optimasi Keuntungan Produksi Saus Menggunakan Linear Programming Metode Simplek di Pabrik Saus Sumber Sari.

## Waktu dan Tempat Penelitian

1. Waktu penelitian

Waktu penelitian ini dijadwalkan dimulai pada bulan Maret 2024 – Juli 2024.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Kegiatan | Bulan | | | | | | | |
| Mei | Juni | Juli | agsts | sept | okt | Nov | des |
| Pengajuan Judul |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Pengajuan Proposal Penelitian |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Bimbingan Proposal Penelitian |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Seminar Proposal |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Pengumpulan Data  Penelitian |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Pengolahan Data Penelitian |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Penyusunan Skripsi |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Bimbingan Skripsi |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Penyelesaian Skripsi |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Sidang Skripsi |  |  |  |  |  |  |  |  |

1. **Tempat Penelitian**

Tempat penelitian dilakukan di Pabrik Saus Harum Sari yang beralamatkan di Jl. Mangun Sarkoro No.72, Limbangan Kulon, Kec. Brebes, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah 52219.

## Variabel Penelitian

Variabel Penelitian pada dasarnya adalah segala sesuatu yang berbentuk apa saja yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari sehingga diperoleh informasi tentang hal tersebut, kemudian ditarik kesimpulannya. Dalam suatu penelitian, variabel perlu diidentifikasi, diklasifikasi dan didefinisikan secara operasional dengan jelas dan tegas agar tidak menimbulkan kesalahan dalam pengumpulan dan pengolahan data serta dalam pengujian hipotesis (Dodiet Aditya Setyawan, 2021). Dalam penelitian ini terdapat dua variabel yaitu :

1. Varibel Bebas (*Independent Variable*)

Variable ini sering disebut sebagai *Variabel Stimulus, Predictor, Variabel Pengaruh, Variabel Perlakuan, Kausa, Treatment, Risiko*, atau *Variable Bebas*. Dalam SEM (*Structural Equation Modeling*) atau Pemodelan Persamaan Struktural, Variabel Independen disebut juga sebagai Variabel Eksogen. Variabel Bebas adalah variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel Dependen (terikat). Dinamakan sebagai Variabel Bebas karena bebas dalam mempengaruhi variabel lain. Variabel pada penelitian ini adalah jenis produk yang akan diproduksi (saus botol, saus revil, saus rawit, saus sachet), jumlah bahan baku yang akan digunakan, dan waktu kerja mesin atau tenaga kerja yang dialokasikan. Dapat dilihat pada tabel berikut

|  |  |
| --- | --- |
| **No** | **Variabel Bebas** |
|  | Tepung Terigu |
|  | Ubi |
|  | Cabai |
|  | Garam |
|  | Cuka |
|  | Perisai Cabai |
|  | Waktu Produksi |
|  | Biaya produksi |

1. Variabel Terikat (*Dependent Variabel*)

Sering disebut sebagai Variabel *Out Put*, Kriteria, Konsekuen, Variabel Efek, Variabel Terpengaruh, Variabel Terikat atau Variabel Tergantung. Dalam SEM (*Structural Equation Modeling*) atau Pemodelan Persamaan Struktural, Variabel Independen disebut juga sebagai Variabel Indogen. Variabel Terikat merupakan Variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas. Disebut Variabel Terikat karena variabel ini dipengaruhi oleh variabel bebas/variabel independent. Variabel pada penelitian ini adalah total keuntungan produksi dengan fungsi tujuan memaksimasi keuntungan produksi Saus Sumber Sari.

|  |  |
| --- | --- |
| No | Variabel Terikat |
| 1. | Fungsi Tujuan = *Z = C1 X1 + C2X2 + C3X3….. + CnXn* |
| 2. | Saus Botol (*X1*) |
| 3. | Saus Revil (*X2*) |
| 4. | Saus Rawit (*X3*) |
| 5. | Saus Sachet (*X4*) |

## Metode Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian adalah dengan melakukan penelitian lapangan dan penelitian kepustakaan. Dalam penelitian lapangan, penulis mengumpulkan data yang dibutuhkan dan berkaitan dengan penelitian melalui :

1. Observasi

Observasi dilakukan untuk dapat mengetahui secara langsung mengaenai Produksi yanga ada di perusahaan. Dan juga melalui pengamatan ini penulis dapat menganalisa mengenai permasalahan apa yang ada pada perusahaan.

1. Wawancara

Wawancara atau interview merupakan suatu cara untuk mendapatkandata atau informasi dengan tanya jawab yang dilakukan secara langsung pada responden guna mengetahui tentang objek yang diteliti, wawancara digunakan sebagai teknik pengumpulan data. Penulis menanyakan seacara langsung kepada hard dipabrik tersebut.

1. Studi Kepustakaan

Studi pustaka dilakukan dengan mempelajari buku-buku yang berhubungan dengan permasalahan yang akan dibahas. Teori dasar yang digunakan adalah metode simpleks untuk mengetahui bagaimana cara penyelesaian persoalan dan perhitungan pada permasalahan yang ada pada usaha saus tersebut.

## Metode Pengolahan Data

Pengolahan data untuk perhitungan metode simplek dilkakukan dengan model matematik mengunakkan *software POM-Qm*. *POM-QM* merupakan software sederhana untuk optimasi linar dan non linear yang digunakkanuntuk menghitung banyaknya masalah dengan singkat, memecahkannya dan menganalisa masalahnya. Masalah optimasi sering diklarifikasikan sebagai masalah linear atau non linear, tergantung pada hubungan dalam masalah apakah linear terhadap variabelnya.

## Metode Analisis Data

Metode analisis data merupakan tahapan proses penelitian dimana data yang terkumpul dianalisis untuk memecahkan masalah penelitian. Analisis data menjelaskan tentang bagaimana peneliti mengubah data yang didapat dari hasil penelitian menjadi informasi yang bisa digunakan untuk pengambilan kesimpulan dalam penelitian. Analisis data mempunyai tujuan untuk mendiskripsikan data agar mudah dipahami pada penelitian ini dalam mengolah dan menganalisis data menggunakan metode Simplek.

Pembuatan model matematis menggunakkan *POM-QM* dapat dirangkum sebagai berikut :

1. Fungsi Tujuan

Memaksimalkan keuntungan yang diperoleh dari Saus Botol, Saus Revil, Saus Rawit dan saus sachet

Z = C1X1 + C2X2 + C3X3 + C4X4

1. Fungsi pembatas

Maksimumkan (minimumkan)

Z =

Dengan syarat : (≤, =, ≥) , untuk semua i (i = 1,2,...,n) semua 𝑥𝑗 ≥ 0

1. Variabel keputusan

Produk yang dihasilkan dari pabrik saus sumber sari yaitu :

X1 = Saus Botol

X2 = Saus Revil

X3 = Saus Rawit

X4 = Saus sachet

1. Fungsi kendala

Fungsi kendala yaitu fungsi yang mempengaruhi keuntungan produksi sebagai berikut :

1. Bahan Baku

Dimana :

, , …. adalah koefisien penggunaan bahan baku untuk masing- masing produk

, , ….  adalah jumlah produk yang diproduksi

adalah jumlah total bahan baku yang tersedia

1. Kapabilitas Mesin atau Waktu Produksi

Dimana :

, , …. adalah waktu produksi atau kapsitas mesin yang dibutuhkanuntuk masing-masing produk

adalah jumlah total waktu produksi yang tersedia

Tahap-tahap metode analisis data metode simplek pada penelitian ini adalah :

1. Menentukan fungsi tujuan dan kendala

Semua fungsi tujuan dan batasan diubah ke bentuk persamaan (standar), dengan cara fungsi tujuan diubah menjadi fungsi implisit, yaitu fungsi tujuan digeser ke kiri dan menambah variabel penolong (slack) pada fungsi kendala.

1. Menyusun model matematik *program linear* ke dalam tabel simpleks
2. Langkah selanjutnya yaitu memodelkan persamaan yang telah diubah pada langkah pertama dalam ke sebuah tabel penyelesaian metode simpleks, seperti pada tabel berikut :

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Variable  Dasar | Z | X1 | X2 | … | Xn | Xn+1 | Xn+2 | … | Xn+m | NK |
| Z | 1 | -c1 | -c2 | … | -cn | 0 | 0 | … | 0 | 0 |
| Xn+1 | 0 | a11 | a12 | … | a1n | 1 | 0 | … | 0 | b1 |
| Xn+1 | 0 | a21 | a22 | … | a2n | 0 | 1 | … | 0 | b2 |
|  |  |  |  | … |  |  |  | … |  |  |
| Xn+m | 0 | am1 | am2 | … | amn | 0 | 0 | … | 1 | bm |

Keterangan :

NK = nilai ruas kanan fungsi tujuan dan batasan

1. Memilih kolom kunci

Caranya dengan memilih kolom yang mempunyai nilai pada garis fungsi tujuan yang bernilai negatif dengan angka terbesar.

1. Memilih baris kunci Pilih baris yang mempunyai limit ratio dengan angka positif terkecil.

(3.1)

1. Mengubah nilai-nilai pada baris kunci, dengan cara membaginya dengan angka kunci Angka kunci merupakan nilai yang posisinya berada pada perpotongan antara kolom kunci dengan bais kunci..

(3.2)

1. Mengubah nilai-nilai selain pada baris kunci sehingga nilai-nilai kolom kunci (selain baris kunci) = 0 Untuk mengubahnya menggunakan rumus

(3.4)

1. Melanjutkan perbaikan-perbaikan atau perubahan-perubahan. Ulangi langkah 3-6, sampai semua nilai pada fungsi tujuan bernilai positif.

## Diagram Alur Penelitian



Gambar 3 1 Diagram alur penelitian