

**ANALISIS SENSITIVITAS DALAM OPTIMALISASI
PRODUKSI PADA UMKM KANTIN MISEL**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana pada
Program Studi Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Pakuan

Oleh:

FAJRI NOVIANTO

064116029



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN
BOGOR
2022**

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrohmannirrohim...

Waktu yang sudah kujalani dengan jalan hidup yang sudah menjadi takdirku, sedih, bahagia, dan bertemu dengan orang-orang yang memberiku sejuta pengalaman dan telah memberikan kehidupanku menjadi penuh warna. Puji syukur atas segala rahmat dan hidayah yang telah memberikan kekuatan, kesehatan, dan kesabaran untuk ku dalam mengerjakan skripsi ini...

Kupersembahkan karya kecil ini untuk bapak dan ibuku tercinta, yang tiada pernah ada hentinya selama ini memberiku semangat, doa, nasehat dan kasih sayang serta pengorbanan yang takkan pernah tergantikan...

Terimakasih untuk Kakak ku (Almi Selly Siranti) dan Suaminya (Oman Hidayat) yang selalu memberikan support serta nasehat yang membangun...

Terimakasih Dosen pembimbing ku yang selama ini telah tulus dan ikhlas meluangkan waktunya untuk menuntun dan mengarahkan, memberikan bimbingan dan pelajaran yang tak pernah ternilai harganya...

Terimakasih sahabat BANGKE (Falih, Indra, Harpan, Putut, Ade) serta anak-anak matematika angkatan 2016 yang selalu kompak dan saling pengertian...

Terimakasih temen-temen POS BAWAH (Farhan, Julio, Abiyyu, Ferdi, Moza, Andre, Ajeng, Jihan, Zidan, Ilham, Yudist, Krisna, Krusnandar, Raihan) yang selalu memberikan semangat dan tempat berdiskusi yang asik...

Terimakasih POTLOT (Dandi, Rama, Iqbal, Dico, Alvian, Faris) atas semua masukannya yang kalian berikan...

HALAMAN PENGESAHAN

**JUDUL : ANALISIS SENSITIVITAS DALAM OPTIMALISASI
PRODUKSI PADA UMKM KANTIN MISEL**
NAMA : FAJRI NOVIANTO
NPM : 064116029

Bogor, Desember 2022

Menyetujui,

Pembimbing Pendamping

Pembimbing Utama

Hagni Wijayanti, M.Si

Dr. Ir. Fitria Virgantari, M.Si

Mengetahui,

Ketua Program Studi Matematika

Dekan FMIPA

Dr. Ir. Fitria Virgantari, M.Si

Asep Denih, S.Kom., M.Sc., Ph.D.

**SURAT PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER
INFORMASI SERTA PELIMPAHAN KEKAYAAN
INTELEKTUAL DI UNIVERSITAS PAKUAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Fajri Novianto

NPM : 064116029

Program Studi : Matematika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan ini saya menyatakan bahwa penelitian yang berjudul :

**“ANALISIS SENSITIVITAS DALAM OPTIMALISASI PRODUKSI PADA
UMKM KANTIN MISEL”**

adalah benar merupakan karya sendiri dan belum pernah dipublikasikan sebelumnya. Semua sumber data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan dengan jelas dan dapat diperiksa kebenarannya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Bogor, Desember 2022

Fajri Novianto

RIWAYAT HIDUP



Fajri Novianto dilahirkan di Bogor pada tanggal 07 November 1998. Penulis adalah anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan, Bapak Sirwanto dan Ibu Yatmi. Bersaudarakan kakak perempuan bernama Almi Selly SIRRANTI dan adik laki-laki bernama Aidan Attala Alfarizqi. Penulis memulai pendidikan formalnya di SDN CIJUNG 03 lulus pada tahun 2010, dan melanjutkan ke SMPN 2 SUKARAJA lulus pada tahun 2013, kemudian melanjutkan ke SMAN 1 SUKARAJA lulus pada tahun 2016.

Setelah lulus penulis memutuskan untuk melanjutkan pendidikannya ke perguruan tinggi dan diterima di Universitas Pakuan Bogor pada Program Studi Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam pada tahun 2016. Selama menjadi mahasiswa, ia aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Matematika Universitas Pakuan periode 2017-2019 sebagai anggota Departemen Seni dan Olahraga. Penulis telah menyelesaikan tugas akhir sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Matematika, berjudul **“Analisis Sensitivitas Dalam Optimalisasi Produksi Pada UMKM Kantin Misel”** pada tahun 2022.

RINGKASAN

Fajri Novianto, Analisis Sensitivitas Dalam Optimalisasi Produksi Pada UMKM Kantin Misel. Di bawah bimbingan: FITRIA VIRGANTARI dan HAGNI WIJAYANTI.

Salah satu Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) yang ada di daerah Sentul yaitu Kantin Misel. Kantin ini memiliki kendala penting yang dihadapi dalam rangka pencapaian keuntungan yang maksimal. Permasalahan yang umum terjadi di Kantin Misel yaitu terkendala dengan kondisi perubahan-perubahan harga bahan baku yang tak menentu dan penurunan produktivitas yang mengakibatkan kerugian. Oleh karena itu dilakukan penelitian untuk menemukan nilai jumlah produksi yang memaksimalkan keuntungan pada produk makanan Kantin Misel dan melakukan Analisis Sensitivitas untuk mengetahui batasan-batasan akibat adanya perubahan fungsi kendala agar kestabilan keuntungan terjaga. Pada penelitian ini menggunakan data keuntungan per satuan produk, kebutuhan bahan baku per satuan produk dan ketersediaan bahan baku. Variabel yang digunakan pada penelitian ini ialah varian produk, keuntungan produk dan kebutuhan bahan baku per satuan produk. Metode yang digunakan pada penelitian ini ialah Metode Simpleks pada pemograman linier. Hasil penelitian menunjukkan produk optimal pada UMKM ini ialah siomay sebanyak 2 porsi, lontong sayur sebanyak 54 porsi, lontong bumbu sebanyak 114 porsi, pempek sebanyak 30 porsi dan bakso cilok sebanyak 62 porsi. Untuk analisis sensitivitas yang dilakukan dapat diketahui perubahan yang paling berpengaruh terhadap produk optimal ialah pada bahan baku kacang, beras dan seledri. Batas minimal untuk ketersediaan kacang sebesar 1978,679 gr, untuk beras sebesar 4906,746 gr dan untuk seledri sebesar 495,28 gr, sehingga bahan baku tersebut harus stabil ketersediaannya.

Kata kunci: produksi, optimal, analisis sensitivitas

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas rahmat Allah SWT karena penulis diberi kemudahan dan ilmu yang bermanfaat sehingga dapat menyelesaikan usulan penelitian yang berjudul “*Analisis Sensitivitas dalam Optimalisasi Produksi Pada UMKM Kantin Misel*”.

Pelaksanaan dan penyusunan penelitian ini penulis mengalami banyak masalah dan hambatan, namun berkat dukungan bimbingan dan do’a maka usulan penelitian ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Dr. Fitria Virgantari, M.Si selaku dosen pembimbing utama.
2. Hagni Wijayanti, M.Si selaku dosen pembimbing pendamping.
3. Dosen-dosen beserta staff Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pakuan.
4. Kedua orang tua yang tercinta atas segala do’a dan kasih sayangnya.
5. Rekan-rekan seperjuangan mahasiswa Matematika angkatan 2016.
6. Semua pihak yang telah membantu yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Penulis berharap usulan penelitian ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan. Apabila terdapat kesalahan dan kekurangan penulis memohon saran dan kritik yang membangun untuk perbaikan penelitian ini.

Bogor, Desember 2022

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERSEMBAHAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
RINGKASAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	3
1.3 Ruang Lingkup	3
1.4 Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM)	4
2.2 Optimalisasi Produksi	6
2.3 Program Linear	7
2.4 Metode <i>Simpleks</i>	9
2.5 Bentuk baku dan bentuk tabel Metode <i>Simpleks</i>	11
2.6 Analisis Sensitivitas	12
2.7 Perubahan Koefisien Fungsi Tujuan dan Fungsi Kendala	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Data	15
3.2 Tahapan Analisis	15
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pengumpulan Data	20
4.2 Pendefinisian Variabel	21
4.3 Penentuan Fungsi Kendala	23

4.4	Penentuan Fungsi Tujuan	24
4.5	Optimalisasi Produksi menggunakan Metode <i>Simpleks</i>	24
4.6	Analisis Sensitivitas pada Produk Optimal	34
4.7	Interpretasi Hasil.....	40
BAB V PENUTUP		
5.1	Kesimpulan.....	41
5.2	Saran	41
DAFTAR PUSTAKA		42
LAMPIRAN.....		44

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Diagram alir tahapan analisis.....	16
2. Input data pada <i>software</i> POM for Windows	33
3. Hasil keluaran pemograman linier pada POM for Windows.....	34
4. Hasil analisis sensitivitas batasan fungsi kendala.....	38

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Contoh Tabel Awal Metode Simpleks	12
2. Data kebutuhan bahan baku	21
3. Tabel awal simpleks.....	28
4. Baris dan kolom kunci berdasarkan rasio terkecil	30
5. Iterasi pertama metode simpleks.....	32
6. Perbandingan Data Riil dan Hasil Optimalisasi.....	40

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Penyelesaian metode simpleks.....	45
2. Tabel optimal simpleks	52
3. Tabel optimal simpleks untuk analisis sensitivitas	53
4. Hasil analisis sensitivitas batasan fungsi kendala.....	54

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Usaha Mikro Kecil dan Menengah kini menjadi salah satu tren di masyarakat. Selain karena dapat memberikan penghasilan, Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) dapat juga menciptakan lapangan kerja bagi sumber daya manusia yang ada, menurut Winarto (2020). Kini UMKM telah menjadi sumber penghasilan di masyarakat tertentu. Ada salah satu usaha kecil yang saat ini sedang diminati adalah bidang kuliner atau makanan. UMKM dalam bidang makanan dapat berupa rumah makan, toko kue, jasa *catering*, atau *home industry* yang memproduksi makanan tertentu.

Salah satu UMKM yang ada di daerah Sentul yaitu Kantin Misel. UMKM ini merupakan salah satu penjual makanan di kantin sekolah yang berusaha memenuhi kebutuhan pangan anak sekolah di SMPN 2 Sukaraja. Makanan yang diproduksi ialah siomay, lontong sayur, lontong bumbu, pempek, bakso cilok. Kantin Misel ini biasanya beroperasi pada hari senin sampai jumat saja. Selain di sekolah, Kantin Misel juga menerima pesanan *catering* untuk acara-acara besar sebagai hidangan makanan. Kantin Misel memiliki kendala penting yang dihadapi dalam rangka pencapaian keuntungan yang maksimal yaitu UMKM ini tidak menggunakan manajemen perencanaan yang sistematis. Produksi dan pemasaran yang dilakukan hanya dengan perkiraan tanpa digunakan perhitungan matematis. Produk yang dibuat setiap hari oleh Kantin Misel hanya berdasarkan perkiraan dan ketersedianya bahan baku. Saat ini Kantin Misel menemui kendala pada proses produksi, yaitu terjadinya ketimpangan antara permintaan pasar dan ketersediaan produk. Seperti kekurangan ketersediaan bahan baku yang dicari sehingga memproduksi seadanya saja. Keuntungan yang diperoleh tak menentu setiap bulannya, bila dirata-ratakan penghasilannya sebesar Rp. 7.850.000,00.

Permasalahan yang umum terjadi di Kantin Misel yaitu terkendala dengan kondisi perubahan-perubahan harga bahan baku yang tak menentu dan penurunan produktivitas yang mengakibatkan kerugian. Salah satunya

perubahan harga bahan baku yang tak menentu ataupun sulitnya mencari bahan baku. Akibat dari perubahan harga bahan baku ini diantaranya pelayanan dalam pemenuhan produk yang tak terpenuhi dan tak maksimalnya keuntungan yang diperoleh. Oleh karena itu harus dilakukan optimalisasi jumlah produksi dan analisis sensitivitas terhadap ketersediaan bahan baku untuk mengetahui batasan perubahan-perubahan yang dapat mempengaruhi produksi optimal.

Pada penelitian ini menggunakan data keuntungan per satuan produk, kebutuhan bahan baku per satuan produk dan ketersediaan bahan baku. Variabel yang digunakan pada penelitian ini ialah varian produk, keuntungan produk dan kebutuhan bahan baku per satuan produk. Metode yang akan digunakan pada penelitian ini ialah Metode Simpleks pada pemrograman linier. Susanti (2021) berhasil membuat makalah berjudul “Optimalisasi Produksi Tahu Menggunakan Program Linier Metode Simpleks”. Ia menyelesaikan optimalisasi produksi dengan program linier dan metode simpleks. Program linier juga digunakan oleh Falani (2018) dalam skripsinya untuk menentukan jumlah produksi agar mendapat keuntungan yang optimal. Pushpavalli (2018) juga melakukan hal serupa dalam menentukan strategi pemrograman linier dalam model perbaikan distribusi aset untuk mencapai efektivitas penyusunan yang sedang berjalan. Saryoko (2016) melakukan hal yang sama dengan makalahnya yang berjudul “Metode Simpleks Dalam Optimalisasi Hasil Produksi”. Adapun yang terpenting dalam optimalisasi yaitu analisis sensitivitas untuk melihat berapa besar kemungkinan bisa berubahnya asumsi – asumsi yang digunakan tanpa merubah bahan pokok tersebut, seperti yang dilakukan oleh Hidayat (2011) dalam jurnalnya yang berjudul “Analisis Sensitivitas Sebagai Faktor Penting Dalam Suatu Pengambilan Keputusan”.

Berdasarkan data yang didapat, diketahui batasaan-batasan kapasitas variabel pada terigu, beras, telur, susu bubuk, daging, kentang, sagu, minyak goreng, gula pasir, dan tenaga kerja. Maka untuk mengantisipasi kendala ini Kantin Misel harus menerapkan strategi untuk menstabilkan dan meningkatkan keuntungan pada perubahan yang terjadi dengan menggunakan Analisis Sensitivitas yaitu agar dapat diketahui batasan-batasan perubahan fungsi kendala sehingga tetap terjaganya kestabilan keuntungan. Oleh karena itu akan dilakukan

penelitian yang berjudul “*ANALISIS SENSITIVITAS DALAM OPTIMALISASI PRODUKSI PADA UMKM KANTIN MISEL*”.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menemukan nilai jumlah produksi yang memaksimalkan keuntungan pada produk makanan Kantin Misel.
2. Melakukan analisis sensitivitas untuk mengetahui batasan-batasan akibat adanya perubahan fungsi kendala agar kestabilan keuntungan terjaga.

1.3 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah produk yang dijual dan pendapatan keuntungan Kantin Misel pada bulan Mei 2022.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini yaitu untuk menjadi bahan pertimbangan UMKM Kantin Misel dalam proses produksi untuk memaksimalkan keuntungan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM)

Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) adalah suatu bentuk usaha ekonomi produktif yang dilakukan oleh orang perseorangan atau badan usaha perorangan yang memenuhi kriteria usaha mikro, kecil, dan menengah. Pengertian Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) adalah usaha yang punya peranan penting dalam perekonomian Negara Indonesia. Baik dari sisi lapangan kerja yang tercipta maupun dari sisi jumlah usahanya, menurut Kristiyanti dan Rahmasari (2015).

Adapun kriteria-kriteria UMKM yang telah tercantum dalam perundang-undangan No. 20 tahun 2008 yaitu Usaha Mikro, Usaha kecil , Usaha menengah, masing-masing pengertiannya sebagai berikut :

a. Usaha Mikro

Pengertian usaha mikro diartikan sebagai usaha produktif milik orang perorangan atau badan usaha perorangan yang memenuhi kriteria usaha mikro. Kriteria usaha mikro adalah usaha yang memiliki kekayaan bersih mencapai Rp. 50.000.000,- dan tidak termasuk bangunan dan tanah tempat usaha.

b. Usaha Kecil

Usaha kecil merupakan suatu usaha ekonomi produktif yang berdiri sendiri atau berdiri sendiri baik yang dimiliki perorangan atau kelompok dan bukan sebagai badan usaha cabang dari perusahaan utama. Dikuasai dan dimiliki serta menjadi bagian baik langsung maupun tidak langsung dari usaha menengah atau usaha besar. Kriteria usaha kecil adalah usaha yang memiliki kekayaan bersih Rp. 50.000.000,- dengan maksimal yang di butuhkan mencapai Rp. 500.000.000,-.

c. Usaha Menengah

Pengertian usaha menengah adalah usaha dalam ekonomi produktif dan bukan merupakan cabang atau anak usaha dari perusahaan pusat serta

menjadi bagian secara langsung maupun tak langsung terhadap usaha kecil atau usaha besar dengan total kekayaan bersihnya sesuai yang sudah diatur dengan peraturan perundang-undangan. Kriteria usaha menengah adalah kekayaan bersih yang dimiliki pemilik usaha mencapai lebih dari Rp. 500.000.000,- hingga Rp. 10.000.000.000,- dan tidak termasuk bangunan dan tanah tempat usaha.

Menurut Kristiyanti dan Rahmasari (2015) berdasarkan perkembangannya, UKM di Indonesia dapat dibedakan dalam 4 kriteria, diantaranya:

1. *Livelihood Activities*, yaitu UKM yang dimanfaatkan sebagai kesempatan kerja untuk mencari nafkah, yang lebih umum dikenal sebagai sektor informal. Misalnya adalah pedagang kaki lima.
2. *Micro Enterprise*, yaitu UKM yang punya sifat pengrajin namun belum punya sifat kewirausahaan.
3. *Small Dynamic Enterprise*, yaitu UKM yang telah memiliki jiwa entrepreneurship dan mampu menerima pekerjaan subkontrak dan ekspor.
4. *Fast Moving Enterprise*, yaitu UKM yang punya jiwa kewirausahaan dan akan bertransformasi menjadi sebuah Usaha Besar.

Menurut Kristiyanti dan Rahmasari (2015), jenis komoditi barang yang ada pada usahanya tidak tetap atau bisa berganti sewaktu-waktu

- a. Tempat menjalankan usahanya bisa berpindah sewaktu-waktu.
- b. Usahanya belum menerapkan administrasi, bahkan keuangan pribadi dan keuangan usaha masih disatukan.
- c. Sumber Daya Manusia (SDM) di dalamnya belum punya jiwa wirausaha yang mumpuni.
- d. Biasanya tingkat pendidikan SDM nya masih rendah.
- e. Biasanya pelaku UMKM belum memiliki akses perbankan, namun sebagian telah memiliki akses ke lembaga keuangan non bank.
- f. Pada umumnya belum punya surat ijin usaha atau legalitas, termasuk NPWP.

Menurut Kristiyanti dan Rahmasari (2015), seperti yang dijelaskan pada pengertian UMKM yang tertuang dalam Keputusan presiden RI No. 19

Tahun 1998 sebagai kegiatan ekonomi rakyat pada skala kecil yang perlu dilindungi dan dicegah dari persaingan yang tidak sehat. Pada dekade terakhir ini mulai marak bermunculan bisnis UMKM mulai dari skala rumahan hingga skala yang lebih besar, hingga sekarang dapat diklasifikasikan menjadi 3 jenis , diantaranya :

a. Usaha Kuliner

Salah satu bisnis UMKM yang paling banyak digandrungi bahkan hingga kalangan muda sekalipun. Berbekal inovasi dalam bidang makanan dan modal yang tidak terlalu besar, bisnis ini terbilang cukup menjanjikan mengingat setiap hari semua orang membutuhkan makanan.

b. Usaha *Fashion*

Selain makanan, UMKM di bidang *fashion* ini juga sedang diminati. Setiap tahun mode *trend fashion* baru selalu hadir yang tentunya meningkatkan pendapatan pelaku bisnis fashion.

c. Usaha Agribisnis

Memanfaatkan perkarangan rumah yang disulap menjadi lahan Agrobisnis yang menguntungkan. Dizaman sekarang kegiatan bercocok tanam tak melulu harus di tanah yang luas.

2.2 Optimalisasi Produksi

Menurut Ali (2014), optimal adalah ukuran yang menyebabkan tercapainya tujuan jika dipandang dari sudut usaha. Optimalisasi adalah usaha memaksimalkan kegiatan sehingga mewujudkan keuntungan yang diinginkan atau dikehendaki. Dari uraian tersebut diketahui bahwa optimalisasi hanya dapat diwujudkan apabila dalam pewujudannya secara efektif dan efisien. Dalam penyelenggaraan organisasi, senantiasa tujuan diarahkan untuk mencapai hasil secara efektif dan efisien agar optimal.

Menurut Soeharno (2009) produksi adalah suatu kegiatan yang dikerjakan untuk menambah nilai guna suatu benda atau menciptakan benda baru sehingga lebih bermanfaat dalam memenuhi kebutuhan. Memahami sifat permintaan dilatarbelakangi oleh teori tingkah laku. Tingkah laku memberikan pengaruh terhadap biaya produksi yang dikeluarkan. Dari analisis itu sekarang telah dapat

dipahami alasan yang mendorong para pembeli menaikkan permintaannya terhadap suatu barang apabila harganya turun dan mengurangi pembeliannya sekiranya harganya naik.

Berdasarkan pengertian diatas dapat disimpulkan bahwa Optimalisasi Produksi adalah usaha untuk memaksimalkan nilai guna suatu benda baru sehingga lebih bermanfaat dan mewujudkan keuntungan yang diinginkan. Optimalisasi produksi dapat dicapai dengan meningkatkan produktivitas, sehingga tingkat efisiensi akan menjadi tinggi, dan berdampak pada produk yang dihasilkan akan menjadi tinggi dan berdampak pada produk yang dihasilkan akan menjadi tinggi sehingga rencana produksi atau target produksi dapat dicapai dengan tepat.

Menurut Wibowo (2013), keuntungan ditentukan dengan menghitung dan membandingkan hasil penjualan total sama dengan biaya total. Keuntungan adalah perbedaan antara hasil penjualan total yang diperoleh dan biaya total yang dikeluarkan. Keuntungan mencapai maksimum apabila perbedaan diantara keduanya adalah maksimum. Keuntungan maksimum dicapai apabila perbedaan antara hasil penjualan total dengan biaya total adalah yang paling maksimum.

2.3 Program Linear

Menurut Ibnas (2014), program linear merupakan perencanaan kegiatan-kegiatan dengan menggunakan suatu model umum yang dapat digunakan dalam pemecahan masalah pengalokasian sumberdaya-sumberdaya yang terbatas secara optimal .

Semua permasalahan program linier memiliki tujuan (*objective function*) untuk memaksimalkan atau meminimumkan sesuatu (kuantitas), seperti profit atau biaya. Permasalahan Program Linier memiliki kendala (*constraint*) yang membatasi tingkatan pencapaian tujuan (*objective function*). Adanya beberapa alternatif tindakan yang bisa dipilih. Sebagai contoh, jika suatu perusahaan menghasilkan tiga produk, alternatif solusinya adalah apakah perusahaan akan mengalokasikan semua *resource* untuk satu produk, membagi rata resource untuk ketiga produk, atau mendistribusikannya dengan cara lain.

Asumsi dasar program linier adalah sebagai berikut:

1. Kepastian (*certainty*), dalam fungsi tujuan dan fungsi kendala dapat diketahui dengan pasti dan tidak berubah.
2. Proporsionalitas (*proportionality*), yaitu adanya proporsionalitas dalam fungsi tujuan dan fungsi kendala.
3. Additivitas (*additivity*), artinya aktivitas total sama dengan penjumlahan aktivitas individu.
4. Divisibilitas (*divisibility*), solusi permasalahan Program Linier (dalam hal ini nilai x_j) tidak harus dalam bilangan bulat.
5. Nonnegatif (*nonnegativity*), variabel keputusan tidak boleh bernilai negatif.

Menurut Sriwidadi dan Agustina (2013), ada dua jenis model pemrograman linier yaitu pemrograman linier persoalan maksimum (maksimasi) dan model pemrograman linier persoalan minimum (minimasi). Mencari variabel keputusan nonnegatif (x_i) yang memenuhi fungsi tujuan.

Untuk mencari variabel keputusan nonnegatif (x_i) yang memenuhi fungsi tujuan maksimum, akan dibutuhkan model sebagai berikut:

- a. Tentukan variabel keputusan :

$$x_1, x_2, \dots, x_n$$

- b. Tentukan fungsi tujuan maksimum :

$$Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$$

- c. Dengan pembatasan – pembatasan :

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

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

.....

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

$$\text{dimana } x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0$$

Untuk mencari variabel keputusan nonnegatif (x_i) yang memenuhi fungsi tujuan minimum, akan dibutuhkan model sebagai berikut:

- a. Tentukan variabel keputusan :

$$x_1, x_2, \dots, x_n$$

- b. Tentukan fungsi tujuan minimum :

$$Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$$

c. Dengan pembatasan – pembatasan :

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

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

.....

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

$$\text{dimana } x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0$$

Simbol Z menunjukkan fungsi objektif. Simbol x_1, x_2, \dots, x_n (x_i) menunjukkan variabel keputusan. Jumlah variabel keputusan (x_i) tergantung dari jumlah kegiatan atau aktivitas yang dilakukan untuk mencapai tujuan. Simbol c_1, c_2, \dots, c_n merupakan kontribusi masing-masing variabel keputusan terhadap tujuan, disebut juga koefisien fungsi tujuan pada model pemrograman matematikanya.

Simbol $a_{11}, a_{1n}, \dots, a_{mn}$ merupakan penggunaan per unit variabel keputusan akan sumber daya yang membatasi, atau disebut juga sebagai koefisien fungsi kendala pada model pemrograman matematikanya. Simbol b_1, b_2, \dots, b_m menunjukkan jumlah masing-masing sumber daya yang ada. Jumlah fungsi kendala akan tergantung dari banyaknya sumber daya yang terbatas.

2.4 Metode Simpleks

Menurut Mulyani (2018), Metode simpleks merupakan prosedur algoritma yang digunakan untuk menghitung dan menyimpan banyak angka pada iterasi-iterasi yang sekarang dan untuk pengambilan keputusan pada iterasi berikutnya. Metode Simpleks merupakan suatu metode untuk menyelesaikan masalah-masalah program linear yang meliputi banyak pertidaksamaan dan banyak variabel. Dalam menggunakan metode simpleks untuk menyelesaikan masalah-masalah program linear, model program linear harus diubah ke dalam suatu bentuk umum yang dinamakan "bentuk baku". Ciri-ciri dari bentuk baku model program linear adalah semua kendala berupa persamaan dengan sisi kanan nonnegatif, fungsi tujuan dapat memaksimumkan atau meminimumkan. Salah satu teknik penentuan solusi optimal yang digunakan dalam pemrograman linear adalah metode simpleks. Penentuan solusi optimal menggunakan metode simpleks didasarkan pada teknik eliminasi Gauss Jordan. Penentuan solusi optimal

dilakukan dengan memeriksa titik ekstrem satu per satu dengan cara perhitungan iteratif, sehingga penentuan solusi optimal dengan simpleks dilakukan tahap demi tahap yang disebut dengan iterasi. Iterasi ke- i hanya tergantung dari iterasi sebelumnya.

Menurut Mulyani (2018), Ada beberapa istilah yang sangat sering digunakan dalam metode simpleks, diantaranya sebagai berikut :

- a. Iterasi adalah suatu proses atau metode yang digunakan secara berulang-ulang dalam menyelesaikan suatu permasalahan matematik.
- b. Variabel nonbasis adalah variabel yang nilainya diatur menjadi nol pada sembarang iterasi. Dalam terminologi umum, jumlah variabel nonbasis selalu sama dengan derajat bebas dalam sistem persamaan.
- c. Variabel basis merupakan variabel yang nilainya bukan nol pada sembarang iterasi. Pada solusi awal variabel basis merupakan variabel *slack* (jika fungsi kendala merupakan pertidaksamaan \leq) atau variabel buatan (jika fungsi kendala menggunakan pertidaksamaan \geq atau $=$). Secara umum, jumlah variabel basis selalu sama dengan jumlah fungsi pembatas (tanpa fungsi nonnegatif).
- d. Solusi atau nilai kanan (RHS) merupakan 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.
- e. Variabel *slack* adalah variabel yang ditambahkan ke model matematika kendala untuk mengonversikan pertidaksamaan \leq menjadi persamaan ($=$). Penambahan variabel ini terjadi pada tahap inisialisasi. Pada solusi awal, variabel *slack* akan berfungsi sebagai variabel basis.
- f. Variabel surplus adalah variabel yang dikurangkan dari model matematik kendala untuk mengkonversikan pertidaksamaan \geq menjadi persamaan ($=$). Penambahan ini terjadi pada tahap inisialisasi. Pada solusi awal, variabel surplus tidak dapat berfungsi sebagai variabel basis.
- g. Variabel buatan adalah variabel yang ditambahkan ke model matematik kendala dengan bentuk \geq 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.
- h. Kolom pivot (kolom kerja) adalah kolom yang memuat variabel masuk. Koefisien pada kolom ini akan menjadi pembagi nilai kanan untuk menentukan baris pivot (baris kerja).
 - i. Baris pivot (baris kerja) adalah salah satu baris dari antara variabel basis yang memuat variabel keluar.
 - j. Elemen pivot (elemen kerja) adalah elemen yang terletak pada perpotongan kolom dan baris pivot. Elemen pivot akan menjadi dasar perhitungan untuk tabel simpleks berikutnya.
 - k. Variabel masuk adalah variabel yang terpilih untuk menjadi variabel basis pada iterasi berikutnya. Variabel masuk dipilih satu dari antara variabel nonbasis pada setiap iterasi. Variabel ini pada iterasi berikutnya akan bernilai positif.
 - l. Variabel keluar adalah 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.

2.5 Bentuk Baku Metode Simpleks

Menurut Mulyani (2018), Sebelum melakukan perhitungan iteratif untuk menentukan solusi optimal, pertama sekali bentuk umum pemrograman linear diubah ke dalam bentuk baku terlebih dahulu. Bentuk baku dalam metode simpleks tidak hanya mengubah persamaan kendala ke dalam bentuk sama dengan, tetapi juga setiap fungsi kendala harus diwakili oleh satu variabel basis awal. Variabel basis awal menunjukkan status sumber daya pada kondisi sebelum ada aktivitas yang dilakukan, dengan kata lain variabel keputusan semuanya masih bernilai nol. sehingga meskipun fungsi kendala pada bentuk umum pemrograman linier sudah dalam bentuk persamaan, fungsi kendala tersebut masih harus tetap berubah. Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam membuat bentuk baku, yaitu:

1. Fungsi kendala dengan pertidaksamaan \leq dalam bentuk umum, diubah menjadi persamaan ($=$) dengan menambahkan satu variabel *slack*;
2. Fungsi kendala dengan pertidaksamaan \geq dalam bentuk umum, diubah menjadi persamaan ($=$) dengan mengurangi satu variabel surplus;
3. Fungsi kendala dengan persamaan dalam bentuk umum, ditambahkan satu variabel artifisial (variabel buatan).

Bentuk baku yang sudah diperoleh, harus dibuat ke dalam bentuk tabel metode simpleks. Semua variabel yang bukan variabel basis mempunyai solusi (nilai kanan) sama dengan nol dan koefisien variabel basis pada baris tujuan harus sama dengan 0. Oleh karena itu, pembentukan tabel awal harus dibedakan berdasarkan variabel basis awal. Contoh tabel awal metode simpleks:

Tabel 1. Contoh tabel awal metode simpleks

VB	X1	X2	X3	X4	X5	S1	S2	S3	...	...	...	S14	S15	S16	RHS
Z	c_1x_1	c_2x_2	c_3x_3	c_4x_4	c_5x_5	0	0	0	...	...	...	0	0	0	0
S1	s_1x_1	s_1x_2	s_1x_3	s_1x_4	s_1x_5	1	0	0	...	...	...	0	0	0	b1
S2	s_2x_1	s_2x_2	s_2x_3	s_2x_4	s_2x_5	0	1	0	...	...	...	0	0	0	b2
S3	s_3x_1	s_3x_2	s_3x_3	s_3x_4	s_3x_5	0	0	1	...	...	...	0	0	0	b3
S4	s_4x_1	s_4x_2	s_4x_3	s_4x_4	s_4x_5	0	0	0	...	...	...	0	0	0	b4
S5	s_5x_1	s_5x_2	s_5x_3	s_5x_4	s_5x_5	0	0	0	...	...	...	0	0	0	b5
S6	s_6x_1	s_6x_2	s_6x_3	s_6x_4	s_6x_5	0	0	0	...	...	...	0	0	0	b6
S7	s_7x_1	s_7x_2	s_7x_3	s_7x_4	s_7x_5	0	0	0	...	...	...	0	0	0	b7
S8	s_8x_1	s_8x_2	s_8x_3	s_8x_4	s_8x_5	0	0	0	...	...	...	0	0	0	b8
S9	s_9x_1	s_9x_2	s_9x_3	s_9x_4	s_9x_5	0	0	0	...	...	...	0	0	0	b9
S10	$s_{10}x_1$	$s_{10}x_2$	$s_{10}x_3$	$s_{10}x_4$	$s_{10}x_5$	0	0	0	...	...	...	0	0	0	b10
S11	$s_{11}x_1$	$s_{11}x_2$	$s_{11}x_3$	$s_{11}x_4$	$s_{11}x_5$	0	0	0	...	...	...	0	0	0	b11
S12	$s_{12}x_1$	$s_{12}x_2$	$s_{12}x_3$	$s_{12}x_4$	$s_{12}x_5$	0	0	0	...	...	...	0	0	0	b12
S13	$s_{13}x_1$	$s_{13}x_2$	$s_{13}x_3$	$s_{13}x_4$	$s_{13}x_5$	0	0	0	...	...	...	0	0	0	b13
S14	$s_{14}x_1$	$s_{14}x_2$	$s_{14}x_3$	$s_{14}x_4$	$s_{14}x_5$	0	0	0	...	...	...	1	0	0	b14
S15	$s_{15}x_1$	$s_{15}x_2$	$s_{15}x_3$	$s_{15}x_4$	$s_{15}x_5$	0	0	0	...	...	...	0	1	0	b15
S16	$s_{16}x_1$	$s_{16}x_2$	$s_{16}x_3$	$s_{16}x_4$	$s_{16}x_5$	0	0	0	...	...	...	0	0	1	b16

2.6 Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas merupakan analisis yang dilakukan untuk mengetahui akibat dari perubahan faktor variabel yang mengalami fluktuasi dan dapat mengantisipasi akibat yang mungkin terjadi dari perubahan tersebut menurut, Nurainy dkk (2015).

Secara umum tujuan analisis sensitivitas terhadap perubahan variabel pada program linier sebagai berikut :

- a. Menilai apa yang akan terjadi dengan hasil analisis kelayakan suatu kegiatan bisnis apabila terjadi perubahan di dalam perhitungan biaya atau manfaat.
- b. Analisis kelayakan suatu usaha ataupun bisnis perhitungan umumnya didasarkan pada proyeksi-proyeksi yang mengandung ketidakpastian tentang apa yg akan terjadi di waktu yang akan datang
- c. Analisis pasca kriteria investasi yang digunakan untuk melihat apa yang akan terjadi dengan kondisi ekonomi dan hasil analisa bisnis jika terjadi perubahan atau ketidaktepatan dalam perhitungan biaya atau manfaat.

Pada kasus produksi beberapa variabel yang bisa berubah ialah perubahan biaya produksi, harga produk atau kuantitas bahan baku. Faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan tersebut ialah :

1. Harga

Perubahan harga (terutama harga *output*) dapat disebabkan karena adanya penawaran (*supply*) yang bertambah dengan adanya bisnis skala besar (misal perkebunan kelapa sawit) atau adanya beberapa bisnis baru dengan umur ekonomi yang panjang

2. Keterlambatan pelaksanaan

Terlambat dalam pemesanan/penerimaan alat baru. Masalah administrasi yang tidak terhindarkan. Khusus pada usaha di sektor pertanian, karena adanya teknik bercocok tanam baru, sehingga petani perlu adaptasi dengan teknik tersebut.

3. Kenaikan biaya ("*cast over run*").

Terjadi karena adanya kenaikan dalam biaya konstruksi, misalnya pada saat pelaksanaan ada kenaikan pada harga peralatan dan harga bahan bangunan

4. Ketidaktepatan dan perkiraan hasil (produksi).

Terutama bila cara produksi baru yang sedang diusulkan yang dipakai sebagai ukuran atau informasi agronomis terutama didasarkan pada hasil penelitian. Analisis sentivitas dilihat terhadap kelayakan bisnis terhadap

perbedaan dari perkiraan hasil bisnis dengan hasil yang betul-betul dihasilkan di lokasi bisnis.

Analisis sensitivitas berkaitan dengan perubahan koefisien fungsi tujuan terhadap solusi optimal. Analisis ini terbagi dua yaitu pertama *reduced cost* dan kelayakan penambahan produk baru, yang kedua menjelaskan tentang perubahan koefisien fungsi tujuan dan fungsi kendala agar solusi masih tetap optimal.

Menurut Nurainy dkk (2015), *Reduced cost* adalah besarnya perubahan nilai optimal fungsi tujuan jika produk yang mestinya tidak diproduksi tetapi tetap diproduksi. Variabel yang tidak berada pada kolom *product mix* pada tabel optimal, disebut *non-basic variabel*

2.7 Koefisien Fungsi Tujuan dan Fungsi Kendala

Koefisien fungsi tujuan mungkin saja berubah terlebih untuk kasus maksimisasi keuntungan, dimana koefisien fungsi tujuan (Z_j) mencerminkan besarnya keuntungan per unit produk. Jika terjadi kenaikan biaya atau perubahan koefisien fungsi tujuan (C_j) sementara tingkat harga tetap akan mengakibatkan keuntungan per unit turun yang artinya koefisien fungsi tujuan turun. Sebaliknya apabila terjadi kenaikan harga, sementara biaya tetap, maka akan mengakibatkan keuntungan per unit naik atau fungsi tujuan naik menurut Nurainy dkk (2015).

Selain perubahan pada koefisien fungsi tujuan, pada program linier terdapat juga kasus perubahan koefisien fungsi kendala. Kasus perubahan koefisien fungsi kendala ini berpengaruh terhadap optimalisasi produksi yang menyebabkan tak maksimalnya keuntungan yang didapat. Jika produksi tak optimal, maka keuntungan yang didapat pun tak akan maksimal. Pengoptimalan produksi ini berdasarkan fungsi kendala apabila ketersediaan fungsi kendala (bahan baku) memadai, maka produksi akan optimal agar dapat memaksimalkan keuntungan. Pada kondisinya perubahan koefisien fungsi kendala ini tak selalu bernilai sama, tak stabil nya ketersediaan bahan baku membuat optimalisasi produksi tak menentu. Solusi dari kasus ini ialah dengan menganalisa batasan-batasan perubahan koefisien fungsi kendala, agar stabil nya optimalisasinya produksi sehingga keuntungan maksimal. Untuk itu perlu ditentukannya daerah fisibel untuk setiap bahan baku agar terjaga kestabilan produksi optimal.

Menurut Caturiyati dkk (2013), daerah fisibel dari program linier adalah set dari seluruh titik yang memenuhi seluruh pembatas, termasuk pembatas tanda. Untuk persoalan maksimisasi, solusi optimal dari persoalan program linier adalah suatu titik pada daerah fisibel dengan fungsi tujuan terbesar. Pada persoalan minimisasi, solusi optimal adalah suatu titik pada daerah fisibel dengan nilai fungsi tujuan terkecil.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Data

Berdasarkan data survey yang dilakukan di UMKM Kantin Misel pada bulan Mei 2022 sebagai berikut :

1. UMKM Kantin Misel ini memiliki 5 varian produk utama yaitu siomay, lontong sayur, lontong bumbu, pempek, bakso cilok.
2. Jika dirata-rata kan jumlah produksi pada bulan Mei didapat produksi perhari nya ialah 150 siomay, 40 lontong sayur, 45 lontong bumbu, 75 pempek dan 114 bakso cilok. Keuntungan dari harga jual ialah Rp. 1000,- untuk siomay, Rp. 2200,- untuk lontong sayur, Rp. 2100,- untuk lontong bumbu, Rp. 1500,- untuk pempek dan Rp. 2500,- untuk bakso cilok.

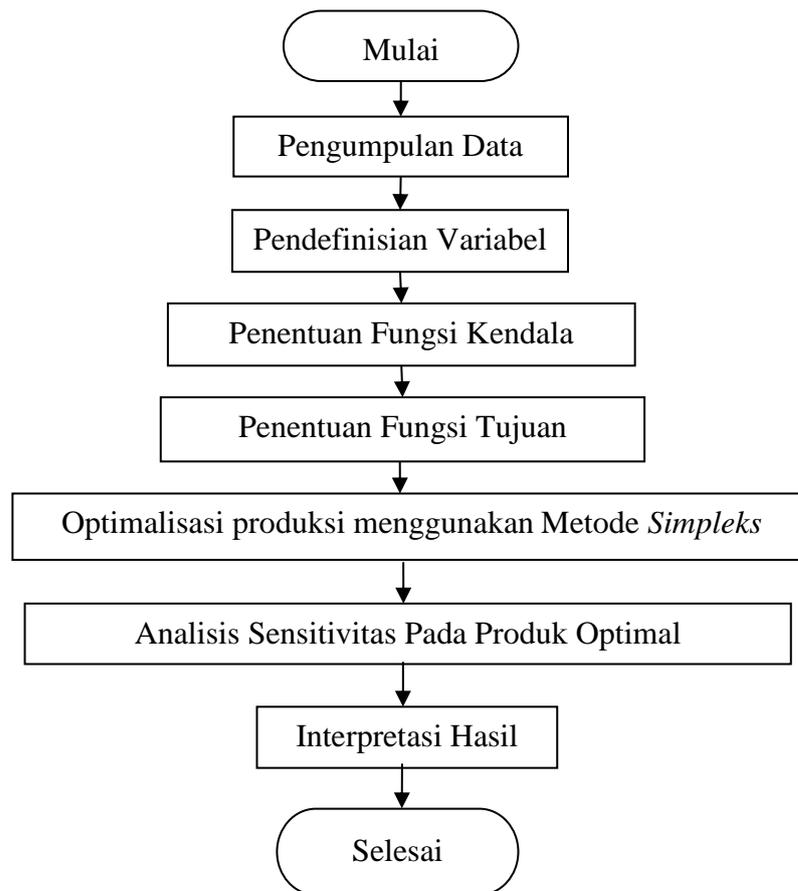
UMKM kantin Misel memproduksi 5 jenis produk, produk tersebut ialah siomay, lontong sayur, lontong bumbu, pempek, bakso cilok. Dalam proses nya untuk pembuatan setiap produk memiliki bahan baku dan takaran yang berbeda-beda. Untuk pembuatan satu buah siomay diperlukan 5,55gr ikan, 5,38gr kecap, 13,84gr terigu, 1,785gr telur, 57,14gr minyak, 13,85gr kacang. Untuk pembuatan satu buah lontong sayur diperlukan beras, 6,67gr bawang, 13,84gr labusiem. Untuk pembuatan satu buah lontong bumbu diperlukan 5,56gr kecap, 17,15gr kacang, 90,14gr beras, 5,55gr bawang. Untuk pembuatan satu buah pempek diperlukan 6,15gr ikan, 17,14gr terigu, 1,923gr telur, 61,53gr minyak, 8,23gr asem jawa, 15,38gr gula aren. Untuk pembuatan satu buah bakso cilok diperlukan 5,93gr garam, 3,38gr sasa, 7,87gr seledri, 15,89gr tahu, 25,53gr bakso. Secara ringkas data jumlah bahan baku harian yang dibutuhkan setiap varian produk yang tersedia dan jumlah bahan baku yang tersedia dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data kebutuhan bahan baku untuk satu porsi produk pada UMKM Kantin Misel

Produk Bahan	Siomay	Lontong Sayur	Lontong Bumbu	Pempek	Bakso Cilok	Ketersediaan (gr)
Ikan (gr)	5,55	-	-	6,15	-	1000
Kecap (gr)	5,38	-	5,56	-	-	1000
Terigu (gr)	13,84	-	-	17,14	-	2000
Telur (gr)	1,785	-	-	1,923	-	1000
Minyak (gr)	57,14	-	-	61,53	-	2000
Kacang (gr)	13,85	-	17,15	-	-	2000
Beras (gr)	-	90,15	-	-	-	5000
Bawang (gr)	-	6,67	5,55	-	-	1000
Labusiem (gr)	-	13,84	-	-	-	1000
Asem Jawa (gr)	-	-	-	8,23	-	250
Gula Aren (gr)	-	-	-	15,38	-	1000
Garam (gr)	-	-	-	-	5,93	500
Sasa (gr)	-	-	-	-	3,38	250
Seledri (gr)	-	-	-	-	7,87	500
Tahu (gr)	-	-	-	-	15,89	1000
Bakso (gr)	-	-	-	-	25,53	2000

3.2 Tahapan Analisis

Tahapan analisis yang akan dilakukan pada penelitian ini terdapat pada diagram alir pada Gambar 1 berikut



Gambar 1. Diagram alir tahap analisis

Gambar 1 merupakan diagram dari tahapan analisis yang akan dilakukan pada penelitian ini. Berikut keterangan diagram alir tahap analisis :

1. Pengumpulan data

Data diperoleh dari UMKM Kantin Misel yang berada di daerah Sentul, yaitu data kebutuhan bahan baku proses produksi dan keuntungan pada bulan Mei 2022. Alasan penggunaan data bulan Mei disebabkan karena sudah dinormalkan kembali kegiatan belajar disekolah.

2. Pendefinisian variabel

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah variabel jumlah varian pada masing-masing produk yang diproduksi dimisalkan dengan variabel X_i , variabel keuntungan yang didapatkan pada masing-masing produk dimisalkan dengan variabel C_i , variabel kebutuhan untuk masing-masing

varian produk dimisalkan dengan variabel Y_i . Proses pendefinisian variabel dilakukan dengan pemisalan jenis produk yang dibuat dan batasan-batasan yang terjadi pada saat proses produksi untuk memudahkan pembentukan model pemrograman linier. Pendefinisian variabel yaitu :

X_i adalah jumlah varian produk yang diproduksi, dengan $i = 1, 2, \dots, 5$

C_i adalah keuntungan dari setiap satuan produk, dengan $i = 1, 2, \dots, 5$

3. Penentuan Fungsi kendala

Fungsi kendala pada penelitian terdiri batasan-batasan yang didapat pada saat proses produksi, diantaranya kebutuhan bahan baku dan ketersediaan bahan baku seperti ikan, kecap, terigu, telur, minyak, kacang, beras, bawang, labusiem, asam jawa, gula aren, garam, sasa, seledri, tahu, bakso. Karena fungsi tujuannya memaksimumkan, maka relasi dalam kendala berbentuk (\leq).

4. Penentuan Fungsi Tujuan.

Fungsi tujuan ditentukan dari tujuan pemrograman linier yaitu pada penelitian ini bertujuan memaksimalkan keuntungan. Fungsi tujuan pada kasus ini dinotasikan menjadi persamaan fungsi Z . Pada fungsi persamaan tersebut berisi variabel yang telah ditentukan, yaitu :

$$Z = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + c_4x_4 + c_5x_5$$

c_1x_1 = keuntungan dari setiap penjualan siomay dikalikan dengan jumlah siomay yang diproduksi.

c_2x_2 = keuntungan dari setiap penjualan lontong sayur dikalikan dengan jumlah lontong sayur yang diproduksi.

c_3x_3 = keuntungan dari setiap penjualan lontong bumbu dikalikan dengan jumlah lontong bumbu yang diproduksi.

c_4x_4 = keuntungan dari setiap penjualan pempek dikalikan dengan jumlah pempek yang diproduksi.

c_5x_5 = keuntungan dari setiap penjualan bakso cilok dikalikan dengan jumlah bakso cilok yang diproduksi.

5. Optimalisasi Produksi menggunakan metode *simpleks*.

Proses optimalisasi produksi menggunakan metode *simpleks*, dengan menambahkan variabel *slack* pada model pemrograman linier yang

terbentuk. Lalu memasukan nilai koefisien pada tabel simpleks berdasar data atau model program linier yang telah diubah ke bentuk baku simpleks. Berikut adalah tahap dalam menyelesaikan program linear dengan metode simpleks:

- a. Tabel diperiksa kelayakannya, kelayakan tabel simpleks dilihat dari solusi (nilai kanan). Jika solusi ada yang bernilai negatif, tabel tidak layak. Tabel yang tidak layak tidak dapat diteruskan untuk dioptimalkan.
- b. Penentuan kolom pivot, kolom pivot ditentukan dari koefisien fungsi tujuan (nilai di sebelah kanan baris z) dan tergantung dari bentuk tujuan. Jika tujuan maksimisasi, kolom pivot adalah kolom dengan koefisien paling negatif. Jika tujuan minimisasi, kolom pivot adalah kolom dengan koefisien positif terbesar. Jika kolom pivot ditandai dan ditarik ke atas, variabel keluar akan diperoleh. Jika nilai paling negatif (untuk tujuan maksimisasi) atau positif terbesar (untuk tujuan minimisasi) lebih dari satu, pilih salah satu secara sembarang.
- c. Penentuan baris pivot, baris pivot ditentukan setelah membagi nilai solusi dengan nilai kolom pivot yang bersesuaian (nilai yang terletak dalam satu baris). Dalam hal ini, nilai negatif dan 0 pada kolom pivot tidak diperhatikan, artinya tidak ikut menjadi pembagi. Baris pivot adalah baris dengan rasio pembagian terkecil. Jika baris pivot ditandai dan ditarik ke kiri, variabel keluar akan diperoleh. Jika rasio pembagian terkecil lebih dari satu, pilih salah satu secara sembarang.
- d. Penentuan elemen pivot, elemen pivot merupakan nilai yang terletak pada perpotongan kolom dan baris pivot.
- e. Pembentukan tabel simpleks baru, tabel simpleks baru dibentuk dengan pertama sekali menghitung nilai baris pivot baru. Baris pivot baru adalah baris pivot lama dibagi dengan elemen pivot. Baris baru lainnya merupakan pengurangan nilai kolom pivot baris yang bersangkutan dikali baris pivot baru dalam satu kolom terhadap baris lamanya yang terletak pada kolom tersebut.

f. Pemeriksaan jika tabel sudah optimal, keoptimalan tabel dilihat dari koefisien fungsi tujuan (nilai pada baris z) dan tergantung dari bentuk tujuan. Untuk tujuan maksimisasi, tabel sudah optimal jika semua nilai pada baris z sudah positif atau 0. Pada tujuan minimisasi, tabel sudah optimal jika semua nilai pada baris z sudah negatif atau 0. Jika belum, kembali ke langkah kedua; jika sudah optimal, baca solusi optimal.

6. Analisis Sensitivitas

Setelah dioptimalisasikan produksinya kemudian dilakukan analisis sensitivitas pasca kriteria yang digunakan untuk melihat batasan-batasan nilai pada fungsi kendala jika terjadi perubahan atau ketidaktepatan dalam perhitungan besaran bahan baku dan jam kerja.

Berikut adalah tahap dalam menentukan fungsi pembatas pada fungsi kendala berdasarkan tabel optimal simpleks :

- a. Penentuan persamaan dari tabel optimal simpleks atau iterasi terakhir pada tabel simpleks. Pada persamaan ini menggunakan koefisien variabel *slack* dan RHS pada tabel optimal *simpleks*.
- b. Dari persamaan tersebut ditentukan fungsi pembatas dari setiap persamaan.
- c. Untuk penentuan fungsi pembatas pada persamaan ini menggunakan notasi lebih dari (\geq) karena tujuan dari kasus ini ialah memaksimalkan keuntungan dan bernilai positif.
- d. Penentuan daerah fisibel, penentuan ini yaitu dengan mengkonversikan nilai awal ketersediaan fungsi kendala (RHS) dengan fungsi fungsi pembatas.

7. Interpretasi hasil

Hasil yang disajikan berupa hasil analisis sensitivitas pada produksi yang telah dioptimalisasikan berupa batasan-batasan fungsi kendala dan fungsi tujuan yang dibentuk pada data UMKM Kantin Misel dalam per hari nya.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pendefinisian variabel

Proses pendefinisian variabel dilakukan dengan pemisalan jenis produk yang dibuat dan batasan-batasan yang terjadi pada saat proses produksi untuk memudahkan pembentukan model pemrograman linier. Pendefinisian variabel yaitu :

X_i adalah Jumlah varian pada produk yang diproduksi oleh UMKM Kantin Misel, dengan $i= 1,2,, \dots ,5$

Jumlah varian pada masing-masing produk yang diproduksi dimisalkan dengan variabel X_i sebagai berikut:

X_1 yaitu jumlah siomay yang diproduksi

X_2 yaitu jumlah lontong sayur yang diproduksi

X_3 yaitu jumlah lontong bumbu yang diproduksi

X_4 yaitu jumlah pempek yang diproduksi

X_5 yaitu jumlah bakso cilok yang diproduksi

C_i adalah Keuntungan yang diperoleh dari setiap produk UMKM Kantin Misel , dengan $i = 1,2,\dots,5$

Keuntungan yang didapatkan pada masing-masing produk dimisalkan dengan variabel C_i sebagai berikut:

C_1 yaitu keuntungan yang diperoleh dari setiap siomay

C_2 yaitu keuntungan yang diperoleh dari setiap lontong sayur

C_3 yaitu keuntungan yang diperoleh dari setiap lontong bumbu

C_4 yaitu keuntungan yang diperoleh dari setiap pempek

C_5 yaitu keuntungan yang diperoleh dari setiap bakso cilok

4.2 Penentuan Fungsi kendala

^Fungsi kendala pada penelitian terdiri batasan-batasan yang didapat pada saat proses produksi, diantaranya kebutuhan bahan baku dan ketersediaan bahan

baku,. Karena fungsi tujuannya memaksimumkan, maka relasi dalam kendala berbentuk (\leq). Fungsi kendala ini menggambarkan batasan-batasan pada penentuan titik optimal pada program linier.

Keterbatasan ketersediaan ikan (gr) ini berdasarkan kebutuhan untuk satu buah siomay sebesar 5,55 gr ikan dan kebutuhan untuk satu buah pempek sebesar 6,15 gr ikan dengan total ketersediaan ikan sebesar 1000 gr. Berikut fungsi kendala yang terbentuk :

$$5,55 X_1 + 6,15 X_4 \leq 1000$$

Keterbatasan ketersediaan kecap (gr) ini berdasarkan kebutuhan untuk satu buah siomay sebesar 5,38 gr dan kebutuhan untuk satu buah lontong bumbu sebesar 5,56 gr dengan total ketersediaan kecap sebesar 1000 gr. Berikut fungsi kendala yang terbentuk :

$$5,38 X_1 + 5,56 X_3 \leq 1000$$

Keterbatasan ketersediaan terigu (gr) ini berdasarkan kebutuhan untuk satu buah siomay sebesar 13,84 gr dan kebutuhan untuk satu buah pempek sebesar 17,14 gr dengan total ketersediaan terigu sebesar 2000 gr. Berikut fungsi kendala yang terbentuk :

$$13,84 X_1 + 17,14 X_4 \leq 2000$$

Untuk fungsi kendala lainnya, dapat ditentukan dengan cara yang sama seperti penentuan fungsi kendala diatas, sebagai berikut :

$$\text{Ketersediaan fungsi kendala telur ialah } 1,785 X_1 + 1,923 X_4 \leq 1000$$

$$\text{Ketersediaan fungsi kendala minyak ialah } 57,14 X_1 + 61,53 X_4 \leq 2000$$

$$\text{Ketersediaan fungsi kendala kacang ialah } 13,85 X_1 + 17,15 X_3 \leq 2000$$

$$\text{Ketersediaan fungsi kendala beras ialah } 90,15 X_2 \leq 5000$$

$$\text{Ketersediaan fungsi kendala bawang ialah } 6,67 X_2 + 5,55 X_3 \leq 1000$$

$$\text{Ketersediaan fungsi kendala labusiem ialah } 13,84 X_2 \leq 1000$$

$$\text{Ketersediaan fungsi kendala asem jawa ialah } 8,23 X_4 \leq 250$$

$$\text{Ketersediaan fungsi kendala gula aren ialah } 15,38 X_4 \leq 1000$$

$$\text{Ketersediaan fungsi kendala garam ialah } 5,93 X_5 \leq 500$$

$$\text{Ketersediaan fungsi kendala sasa ialah } 3,38 X_5 \leq 250$$

$$\text{Ketersediaan fungsi kendala seledri ialah } 7,87 X_5 \leq 500$$

Ketersediaan fungsi kendala tahu ialah $15,89 X_5 \leq 1000$

Ketersediaan fungsi kendala bakso ialah $25,53 X_5 \leq 2000$

4.3 Penentuan Fungsi Tujuan.

Fungsi tujuan ditentukan dari tujuan pemrograman linier yaitu pada penelitian ini bertujuan memaksimalkan keuntungan. Fungsi tujuan diperoleh dengan mengoperasikan perkalian antara jumlah varian yang diproduksi dan keuntungan yang didapat dari setiap unit produk, yaitu Rp. 1000,- untuk keuntungan satu unit siomay, Rp. 2200,- untuk keuntungan satu unit lontong sayur, Rp. 2100,- untuk keuntungan satu unit lontong bumbu, Rp. 1500,- untuk keuntungan satu unit pempek, Rp. 2500,- untuk keuntungan satu unit bakso cilok. Fungsi tujuan pada kasus ini dinotasikan menjadi persamaan fungsi Z. Pada fungsi persamaan tersebut berisi variabel yang telah ditentukan, yaitu :

$$\text{Maksimum } Z = 1000 X_1 + 2200 X_2 + 2100 X_3 + 1500 X_4 + 2500 X_5$$

4.4 Optimalisasi Produksi menggunakan Metode Simpleks.

Proses optimalisasi produksi menggunakan metode *simpleks*, dengan menambahkan variabel *slack* pada model pemrograman linier yang terbentuk. Lalu memasukan nilai koefisien pada tabel simpleks berdasar data atau model program linier yang telah diubah ke bentuk baku simpleks. Tujuan optimalisasi produksi ini untuk menstabilkan jumlah produksi yang dibuat agar tidak terjadinya ketimpangan antara biaya yang dikeluarkan dengan keuntungan yang didapat, serta untuk menyeimbangkan permintaan pasar dan meminimalisir kerugian. Untuk menentukan titik optimal pada suatu produk yang diproduksi diperlukan fungsi tujuan dan fungsi kendala. Fungsi tujuan dalam pengoptimalisasian ini di notasikan dengan $Z=\max$ karna untuk mencari titik optimal dalam memaksimalkan keuntungan. Nilai keuntungan diperoleh dari selisih harga jual dengan biaya total per unit tipe produk yang dihasilkan. Model pemrograman liniernya dapat dibentuk sebagai berikut:

Fungsi Tujuan:

$$\text{Maksimum } Z = 1000 X_1 + 2200 X_2 + 2100 X_3 + 1500 X_4 + 2500 X_5$$

Untuk menentukan titik optimum pada kasus pemrograman linier ini dapat diselesaikan dengan metode simpleks. Berikut tahapan penyelesaian optimalisasi dengan metode simpleks :

Pertama ialah merubah model pemrograman linier yang telah terbentuk kedalam model baku simpleks. Karena notasi keseluruhan persamaan dari fungsi kendala adalah lebih kecil sama dengan (\leq), maka untuk merubah ke bentuk model baku simpleks menjadi sama dengan ($=$) serta ditambah variabel *slack* yang berfungsi sebagai variabel basis pada solusi awal. Persamaan pada fungsi tujuan pun berubah, karena fungsi tujuannya ialah memaksimalkan keuntungan. Maka dari itu persamaan fungsi tujuan dikalikan minus satu (-1). Perubahan model baku simpleks dari model pemrograman linier sebagai berikut :

Fungsi tujuan yang telah diubah kedalam model baku *simpleks* dengan mengkalikan dengan -1 :

$$\text{Maksimum } Z = -1000 X_1 - 2200 X_2 - 2100 X_3 - 1500 X_4 - 2500 X_5$$

Fungsi kendala ikan yang diubah kedalam bentuk model baku dengan menambahkan variabel *slack* dan mengganti notasinya dengan ($=$) :

$$5,55 X_1 + 6,15 X_4 + S_1 = 1000$$

Fungsi kendala kecap yang diubah kedalam bentuk model baku dengan menambahkan variabel *slack* dan mengganti notasinya dengan ($=$) :

$$5,38 X_1 + 5,56 X_3 + S_2 = 1000$$

Fungsi kendala terigu yang diubah kedalam bentuk model baku dengan menambahkan variabel *slack* dan mengganti notasinya dengan ($=$) :

$$13,84 X_1 + 17,14 X_4 + S_3 = 2000$$

Fungsi kendala telur yang diubah kedalam bentuk model baku dengan menambahkan variabel *slack* dan mengganti notasinya dengan ($=$) :

$$1,785 X_1 + 1,923 X_4 + S_4 = 1000$$

Fungsi kendala minyak yang diubah kedalam bentuk model baku dengan menambahkan variabel *slack* dan mengganti notasinya dengan ($=$) :

$$57,14 X_1 + 61,53 X_4 + S_5 = 2000$$

Fungsi kendala kacang yang diubah kedalam bentuk model baku dengan menambahkan variabel *slack* dan mengganti notasinya dengan ($=$) :

$$13,85 X1 + 17,15 X3 + S6 = 2000$$

Fungsi kendala beras yang diubah kedalam bentuk model baku dengan menambahkan variabel *slack* dan mengganti notasinya dengan (=) :

$$90,15 X2 + S7 = 5000$$

Fungsi kendala bawang yang diubah kedalam bentuk model baku dengan menambahkan variabel *slack* dan mengganti notasinya dengan (=) :

$$6,67 X2 + 5,55 X3 + S8 = 1000$$

Fungsi kendala labusiem yang diubah kedalam bentuk model baku dengan menambahkan variabel *slack* dan mengganti notasinya dengan (=) :

$$13,84 X2 + S9 = 1000$$

Fungsi kendala asem jawa yang diubah kedalam bentuk model baku dengan menambahkan variabel *slack* dan mengganti notasinya dengan (=) :

$$8,23 X4 + S10 = 250$$

Fungsi kendala gula aren yang diubah kedalam bentuk model baku dengan menambahkan variabel *slack* dan mengganti notasinya dengan (=) :

$$15,38 X4 + S11 = 1000$$

Fungsi kendala garam yang diubah kedalam bentuk model baku dengan menambahkan variabel *slack* dan mengganti notasinya dengan (=) :

$$5,93 X5 + S12 = 500$$

Fungsi kendala sasa yang diubah kedalam bentuk model baku dengan menambahkan variabel *slack* dan mengganti notasinya dengan (=) :

$$3.38 X5 + S13 = 250$$

Fungsi kendala seledri yang diubah kedalam bentuk model baku dengan menambahkan variabel *slack* dan mengganti notasinya dengan (=) :

$$7,87 X5 + S14 = 500$$

Fungsi kendala tahu yang diubah kedalam bentuk model baku dengan menambahkan variabel *slack* dan mengganti notasinya dengan (=) :

$$15,89 X5 + S15 = 1000$$

Fungsi kendala bakso yang diubah kedalam bentuk model baku dengan menambahkan variabel *slack* dan mengganti notasinya dengan (=) :

$$25,53 X5 + S16 = 2000$$

Perubahan model baku simpleks dari model pemrograman linier ini bertujuan agar mempermudah pengolahan pada metode simpleks. Setelah diubah kedalam model baku simpleks, masukan koefisien model baku simpleks tersebut pada gambar simpleks seperti pada Gambar 2.

Tabel 3. Tabel awal simpleks

VB	X1	X2	X3	X4	X5	S1	S2	S3	...	...	...	S14	S15	S16	RHS
Z	-1000	-2200	-2100	-1500	-2500	0	0	0	...	...	...	0	0	0	0
S1	5,55	0	0	6,15	0	1	0	0	...	...	...	0	0	0	1000
S2	5,38	0	5,56	0	0	0	1	0	...	...	...	0	0	0	1000
S3	13,84	0	0	17,14	0	0	0	1	...	...	...	0	0	0	2000
S4	1,785	0	0	1,923	0	0	0	0	...	...	...	0	0	0	1000
S5	57,14	0	0	61,53	0	0	0	0	...	...	...	0	0	0	2000
S6	13,85	0	17,15	0	0	0	0	0	...	...	...	0	0	0	2000
S7	0	90,15	0	0	0	0	0	0	...	...	...	0	0	0	5000
S8	0	6,67	5,55	0	0	0	0	0	...	...	...	0	0	0	1000
S9	0	13,84	0	0	0	0	0	0	...	...	...	0	0	0	1000
S10	0	0	0	8,23	0	0	0	0	...	...	...	0	0	0	250
S11	0	0	0	15,38	0	0	0	0	...	...	...	0	0	0	1000
S12	0	0	0	0	5,93	0	0	0	...	...	...	0	0	0	500
S13	0	0	0	0	3,38	0	0	0	...	...	...	0	0	0	250
S14	0	0	0	0	7,87	0	0	0	...	...	...	1	0	0	500
S15	0	0	0	0	15,89	0	0	0	...	...	...	0	1	0	1000
S16	0	0	0	0	25,53	0	0	0	...	...	...	0	0	1	2000

Berdasarkan Tabel 3, untuk memproduksi satu buah siomay (X1) diperlukan 5,55 gr ikan (S1), 5,38 gr kecap (S2), 13,84 gr terigu (S3), 1,785 gr telur (S4), 57,14 gr minyak (S5), 13,85 gr kacang (S6) dengan keuntungan yang diperoleh ialah Rp 1000,-.

Untuk memproduksi satu buah lontong sayur (X2) diperlukan 90,15 gr beras (S7), 6,67 gr bawang (S8), 13,84 gr labusiem (S9) dengan keuntungan yang diperoleh ialah Rp 2200,-.

Untuk memproduksi satu buah lontong bumbu (X3) diperlukan 5,56 gr kecap (S2), 17,15 gr kacang (S6), 5,55 gr bawang (S8) dengan keuntungan yang diperoleh Rp. 2100,-

Untuk memproduksi satu buah pempek (X4) diperlukan 6,15 gr ikan (S1), 17,14 gr terigu (S3), 1,923 gr telur (S4), 61,53 gr minyak (S5), 8,23 gr asem

jawa (S10), 15,38 gr gula aren (S11) dengan keuntungan yang diperoleh ialah Rp. 1500,-

Untuk memproduksi satu buah bakso cilok (X5) diperlukan 5,93 gr garam (S12), 3,38 gr sasa (S13), 7,87 gr seledri (S14), 15,89 gr tahu (S15), 25,53 gr bakso (S16) dengan keuntungan yang diperoleh ialah Rp. 2500,-

Berikut adalah tahap dalam menyelesaikan program linear dengan metode simpleks:

1. Kelayakan tabel simpleks diamati dengan memeriksa baris RHS (solusi) yang ada diruas kanan tidak ada yang bernilai negatif. Berdasarkan tabel, proses ini layak diteruskan untuk dicari titik optimalnya karena tak ada yang bernilai negatif pada baris RHS.
2. Kolom kunci dapat ditentukan dari kolom yang mempunyai koefisien fungsi tujuan yang bernilai negatif dengan angka terbesar. Karena tujuan dari pemograman linier ini adalah memaksimalkan keuntungan, maka didapat lah kolom kuncinya yang memiliki nilai koefisien paling negatif. Berdasarkan fungsi tujuan pada kolom Z didapat kolom kuncinya pada baris X5 yaitu -2500 .
3. Baris kunci dapat ditentukan dengan membagi nilai solusi pada ruas kanan (RHS) dengan kolom kunci yang bersesuaian. Kolom kunci pada iterasi pertama ini didapat pada X5. Dalam hal ini, nilai negatif dan nol (0) pada kolom kunci tidak diperhatikan atau tidak ikut menjadi pembagi. Nilai indeks yang terkecil yang akan menjadi baris kunci.

Berikut merupakan proses penentuan baris kunci dapat dilihat pada Tabel 4:

Tabel 5. Iterasi pertama metode *simpleks*

VB	X1	X2	X3	X4	X5	S1	S2	S3	...	...	...	S14	S15	S16	RHS
Z'	-1000	-2200	-2100	-1500	0	0	0	0	...	...	...	0	157,3316	0	157331,7
S1	5,55	0	0	6,15	0	1	0	0	...	...	...	0	0	0	1000
S2	5,38	0	5,56	0	0	0	1	0	...	...	...	0	0	0	1000
S3	13,84	0	0	17,14	0	0	0	1	...	...	...	0	0	0	2000
S4	1,785	0	0	1,923	0	0	0	0	...	...	...	0	0	0	1000
S5	57,14	0	0	61,53	0	0	0	0	...	...	...	0	0	0	2000
S6	13,85	0	17,15	0	0	0	0	0	...	...	...	0	0	0	2000
S7	0	90,15	0	0	0	0	0	0	...	...	...	0	0	0	5000
S8	0	6,67	5,55	0	0	0	0	0	...	...	...	0	0	0	1000
S9	0	13,84	0	0	0	0	0	0	...	...	...	0	0	0	1000
S10	0	0	0	8,23	0	0	0	0	...	...	...	0	0	0	250
S11	0	0	0	15,38	0	0	0	0	...	...	...	0	0	0	1000
S12'	0	0	0	0	0	0	0	0	...	...	...	0	-0,37319	0	126,8093
S13'	0	0	0	0	0	0	0	0	...	...	...	0	-0,21271	0	37,2876
S14'	0	0	0	0	0	0	0	0	...	...	...	1	-0,49528	0	4,71995
X5	0	0	0	0	1	0	0	0	...	...	...	0	0,062933	0	62,93266
S16'	0	0	0	0	0	0	0	0	...	...	...	0	-1,60667	1	393,3291

Berdasarkan tabel iterasi pertama, jika diamati koefisien fungsi tujuan masih terdapat nilai negatif maka proses perhitungan dilanjutkan pada iterasi kedua dengan melakukan langkah yang sama hingga pada koefisien fungsi tujuan tak terdapat nilai negatif. Untuk iterasi keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 1 dan untuk iterasi tabel optimal dapat dilihat pada Lampiran 2.

Selain dengan excel, adapun cara pengolahan kasus pemrograman linier ini menggunakan *software* POM for Windows, agar dapat mempermudah proses pengolahan. Proses penentuan titik optimum pada *software* POM for Windows ini menggunakan metode *simpleks*. Berikut tahapan-tahapan penyelesaian pemrograman linier untuk mendapatkan titik optimum pada kasus UMKM Kantin Misel :

1. Jalankan *software* POM for Windows, pilih Module – Linear Programming.
2. Pilih menu File - New, sehingga muncul tampilan tabel *Create Data Set For Linear Programming*.

3. Isikan (set) jumlah kendala dengan 16 , dengan cara meng-klik tanda panah arah kanan pada kotak *Number of Constraints*
4. Isikan (set) jumlah variabel dengan 5, dengan cara meng-klik tanda pada kotak *Number of Variables*.
5. Biarkan pada bagian Objective, tetap pada pilihan Maximize
6. Pilih *Other* pada bagian *Row names*, kemudian isi dengan variabel “Y”.
7. Pilih *Other* pada bagian *Column names*, kemudian isi dengan variabel “X”.
8. Kemudian klik tombol Ok pada kolom.
9. Setelah meng-klik tombol Ok, lalu isikan tabel tersebut sesuai data yang terkumpul atau model pemrograman linier yang telah terbentuk.

(untitled)								
	X 1	X 2	X 3	X 4	X 5		RHS	Equation form
Maximize	1000	2200	2100	1500	2500			Max 1000X 1 + 2200X 2 +
Y 1	5,55	0	0	6,15	0	<=	1000	5.55X 1 + 6.15X 4 <= 1000
Y 2	5,38	0	5,56	0	0	<=	1000	5.38X 1 + 5.56X 3 <= 1000
Y 3	13,84	0	0	17,14	0	<=	2000	13.84X 1 + 17.14X 4 <= 2000
Y 4	1,785	0	0	1,923	0	<=	1000	1.785X 1 + 1.923X 4 <= 1000
Y 5	57,14	0	0	61,53	0	<=	2000	57.14X 1 + 61.53X 4 <= 2000
Y 6	13,85	0	17,15	0	0	<=	2000	13.85X 1 + 17.15X 3 <= 2000
Y 7	0	90,15	0	0	0	<=	5000	90.15X 2 <= 5000
Y 8	0	6,67	5,55	0	0	<=	1000	6.67X 2 + 5.55X 3 <= 1000
Y 9	0	13,84	0	0	0	<=	1000	13.84X 2 <= 1000
Y 10	0	0	0	8,23	0	<=	250	8.23X 4 <= 250
Y 11	0	0	0	15,38	0	<=	1000	15.38X 4 <= 1000
Y 12	0	0	0	0	5,93	<=	500	5.93X 5 <= 500
Y 13	0	0	0	0	3,38	<=	250	3.38X 5 <= 250
Y 14	0	0	0	0	7,87	<=	500	7.87X 5 <= 500
Y 15	0	0	0	0	15,89	<=	1000	15.89X 5 <= 1000
Y 16	0	0	0	0	25,53	<=	2000	25.53X 5 <= 2000

Gambar 2. Input data pada *software* POM for Windows

10. Isikan tabel tersebut sesuai data yang terkumpul atau model pemrograman linier yang telah terbentuk. Gunakan notasi kurang dari sama dengan (\leq) pada kasus maksimisasi ini.
11. Bila tabel telah terisi sesuai data atau model pemrograman linier yang telah terbentuk, selesaikan kasus optimalisasi produk ini dengan meng-klik tombol *Solve* pada *Toolbar* atau dengan menekan tombol F9 pada keyboard.

Hasil pengolahan *software* POM-QM ini akan mengeluarkan beberapa jendela hasil analisis dalam kondisi “Maksimisasi”. Untuk hasil produk optimum dapat dilihat pada jendela “*Linear Programming Result*”, yaitu pada kolom “*Solution*”.

(untitled) Solution								
	X 1	X 2	X 3	X 4	X 5		RHS	Dual
Maximize	1000	2200	2100	1500	2500			
Y 1	5,55	0	0	6,15	0	<=	1000	0
Y 2	5,38	0	5,56	0	0	<=	1000	0
Y 3	13,84	0	0	17,14	0	<=	2000	0
Y 4	1,785	0	0	1,923	0	<=	1000	0
Y 5	57,14	0	0	61,53	0	<=	2000	13,6931
Y 6	13,85	0	17,15	0	0	<=	2000	15,7093
Y 7	0	90,15	0	0	0	<=	5000	0
Y 8	0	6,67	5,55	0	0	<=	1000	329,8351
Y 9	0	13,84	0	0	0	<=	1000	0
Y 10	0	0	0	8,23	0	<=	250	79,886
Y 11	0	0	0	15,38	0	<=	1000	0
Y 12	0	0	0	0	5,93	<=	500	0
Y 13	0	0	0	0	3,38	<=	250	0
Y 14	0	0	0	0	7,87	<=	500	0
Y 15	0	0	0	0	15,89	<=	1000	157,3316
Y 16	0	0	0	0	25,53	<=	2000	0
Solution->	2,2913	54,4287	114,7677	30,3767	62,9327		565943,2	

Gambar 3. Hasil keluaran pemrograman linier pada POM for Windows

Berdasarkan Gambar 3 didapat hasil optimum untuk tiap variabel yaitu variabel X1 (siomay) didapat titik optimum pada 2,2913 porsi, variabel X2 (lontong sayur) didapat titik optimum pada 54,4287 porsi, variabel X3 (lontong bumbu) didapat titik optimum pada 114,7677 porsi, variabel X4 (pempek) didapat titik optimum pada 30,3767 porsi, dan variabel X5 (bakso cilok) didapat titik optimum nya pada 62,9327 porsi. Total keuntungan perhari nya Rp. 565.943,2 atau jika dikalikan selama satu bulan kerja (22 hari) yaitu Rp. 12.450.750,40.

Untuk seluruh iterasi pada proses pemrograman linier ini didapat dari jendela keluaran pada tabel *Iteration*. Iterasi yang ditampilkan ialah keseluruhan proses iterasi dari tabel awal hingga didapat nya titik optimum pada kasus ini. Dalam kasus ini, total iterasi yang dibutuhkan ialah 6 iterasi untuk penyelesaian optimalisasi ini.

Ketersediaan bahan baku atau fungsi kendala ini tak selamanya tetap, banyak faktor yang menjadikan ketersediaan bahan baku ini berubah-ubah. Diantaranya bahan baku yang sulit didapat, atau karena harga bahan baku yang tak menentu mengakibatkan penurunan tingkat produksi sehingga tak mencapai keuntungan yang maksimal. Oleh karena itu ketersediaan bahan baku ini harus

dianalisis sensitivitas perubahan-perubahannya, agar diketahui batasan-batasan ketersediaan bahan baku dalam proses optimalisasi produksi sehingga kestabilan keuntungan tetap terjaga. Jika tidak dilakukan analisis sensitivitas pada kasus ini, maka batasan-batasan ketersediaan bahan baku tidak diketahui. Oleh karena itu perencanaan produksi dan proses produksi akan terganggu yang mengakibatkan tidak tercapainya keuntungan yang maksimal.

4.6 Analisis Sensitivitas pada Produk Optimal

Analisis sensitivitas pada kasus ini hanya menentukan batasan-batasan perubahan fungsi kendala pada model pemograman linier yang terbentuk agar kestabilan keuntungan tetap maksimal. Sebelum melakukan analisis sensitivitas, produksi harus dalam keadaan stabil agar hasil dari analisis sensitivitas ini didapat hasil keuntungan yang maksimal. Untuk menganalisa perubahan batasan-batasan pada kasus ini menggunakan *software* POM for Windows, yaitu menggunakan tabel *Ranging*. Tabel optimum hasil pengolahan metode simpleks untuk penyelesaian analisis sensitivitas dapat dilihat pada lampiran. Pada tabel lampiran 3, terdapat variabel d_n yaitu besaran perubahan yang dapat dilakukan untuk setiap koefisien fungsi kendala.

Berdasarkan tabel pada Lampiran 3, persamaan yang dibentuk sebagai berikut:

- a. $S_1 = 800,467 + d_1 - 0,09713 d_5 - 0,02109 d_{10}$
 yaitu hasil sisa ketersediaan bahan baku ikan ialah 800,467 gr dipengaruhi oleh perubahan ketersediaan satuan ikan dengan mengurangi ketersediaan minyak (d_5) sebesar 0,09713 gr dan ketersediaan asem jawa (d_{10}) sebesar 0,02109 gr.
- b. $S_2 = 349,565 + d_2 - 0,01557 d_5 - 0,32419 d_6 + 0,11644 d_{10}$
 yaitu hasil sisa ketersediaan bahan baku kecap ialah 349,565 gr dipengaruhi oleh perubahan ketersediaan satuan kecap dengan mengurangi ketersediaan minyak (d_5) sebesar 0,01557 gr dan ketersediaan kacang (d_6) sebesar 0,32419 gr dan menambahkan ketersediaan asem jawa (d_{10}) sebesar 0,11644 gr.

- c. $S_3 = 1447,63 + d_3 - 0,24221 d_5 - 0,27177 d_{10}$
 yaitu hasil sisa ketersediaan bahan baku terigu ialah 1447,63 gr dipengaruhi oleh perubahan ketersediaan satuan terigu dengan mengurangi ketersediaan minyak (d_5) sebesar 0,24221 gr dan ketersediaan asem jawa (d_{10}) sebesar 0,027177 gr.
- d. $S_4 = 937,496 + d_4 - 0,03124 d_5 - 0,0001 d_{10}$
 yaitu hasil sisa ketersediaan bahan baku telur ialah 937,496 gr dipengaruhi oleh perubahan ketersediaan satuan telur dengan mengurangi ketersediaan minyak (d_5) sebesar 0,03124 gr dan ketersediaan asem jawa (d_{10}) sebesar 0,0001 gr.
- e. $X_1 = 2,29127 + 0,0175 d_5 - 0,13084 d_{10}$
 yaitu produksi optimal dari produk siomay (X_1) ialah 2,29127 dipengaruhi oleh perubahan ketersediaan minyak (d_5) sebesar 0,0175 gr dan mengurangi ketersediaan asem jawa (d_{10}) sebesar 0,13084 gr.
- f. $S_7 = 93,2536 - 1,06017 d_5 + 4,37388 d_6 + d_7 - 13,51568 d_8 + 7,92617 d_{10}$
 yaitu hasil sisa ketersediaan bahan baku beras ialah 93,2536 gr dipengaruhi oleh perubahan ketersediaan satuan beras dengan mengurangi ketersediaan minyak (d_5) sebesar 1,06017 gr, menambahkan ketersediaan kacang (d_6) sebesar 4,37388 gr, mengurangi ketersediaan bawang (d_8) sebesar 13,51568 gr, dan menambahkan ketersediaan asem jawa (d_{10}) sebesar 7,92617 gr.
- g. $X_2 = 54,4289 + 0,01176 d_5 - 0,04851 d_6 + 0,1498889 d_8 - 0,0879 d_{10}$
 yaitu produksi optimal dari produk lontong sayur (X_2) ialah 54,4289 dipengaruhi oleh perubahan ketersediaan minyak (d_5) sebesar 0,01176 gr, mengurangi ketersediaan kacang (d_6) sebesar 0,04851 gr, menambahkan ketersediaan bawang (d_8) sebesar 0,1498889 gr dan mengurangi ketersediaan asem jawa (d_{10}) sebesar 0,0879 gr.
- h. $X_3 = 114,768 - 0,01413 d_5 + 0,0583 d_6 + 0,10566 d_{10}$
 yaitu produksi optimal dari produk lontong bumbu (X_3) ialah 114,768 dipengaruhi oleh perubahan ketersediaan minyak (d_5) sebesar 0,01413

gr dengan menambahkan ketersediaan kacang (d_6) sebesar 0,0583 gr dan ketersediaan asem jawa (d_{10}) sebesar 0,10566 gr.

i. $S_9 = 246,707 - 0,16276 d_5 + 0,67148 d_6 - 2,074927 d_8 + d_9 + 1,21683 d_{10}$

yaitu hasil sisa ketersediaan bahan baku labusiem ialah 246,707 gr dipengaruhi oleh perubahan ketersediaan satuan labusiem dengan mengurangi ketersediaan minyak (d_5) sebesar 0,16276 gr, menambahkan ketersediaan kacang (d_6) sebesar 0,67148 gr, mengurangi ketersediaan bawang (d_8) sebesar 2,074927 gr dan menambahkan ketersediaan asem jawa (d_{10}) sebesar 1,21683 gr.

j. $X_4 = 30,3767 + 0,12151 d_{10}$

yaitu produksi optimal dari produk pempek (X4) ialah 30,3767 dipengaruhi oleh perubahan ketersediaan satuan asem jawa (d_{10}) sebesar 0,12151 gr.

k. $S_{11} = 532,807 - 1,86877d_{10} + d_{11}$

yaitu hasil sisa ketersediaan bahan baku gula aren ialah 532,807 gr dipengaruhi oleh perubahan ketersediaan satuan gula aren dengan mengurangi ketersediaan asem jawa (d_{10}) sebesar 1,86877 gr.

l. $S_{12} = 126,809 + d_{12} - 0,37319 d_{15}$

yaitu hasil sisa ketersediaan bahan baku garam ialah 126,809 gr dipengaruhi oleh perubahan ketersediaan satuan garam dengan mengurangi ketersediaan tahu (d_{15}) sebesar 0,37319 gr.

m. $S_{13} = 37,2876 + d_{13} - 0,21271 d_{15}$

yaitu hasil sisa ketersediaan bahan baku sasa ialah 37,2876 gr dipengaruhi oleh perubahan ketersediaan satuan sasa dengan mengurangi ketersediaan tahu (d_{15}) sebesar 0,21271 gr.

n. $S_{14} = 4,71995 + d_{14} - 0,49528 d_{15}$

yaitu hasil sisa ketersediaan bahan baku seledri ialah 4,71995 gr dipengaruhi oleh perubahan ketersediaan satuan seledri dengan mengurangi ketersediaan tahu (d_{15}) sebesar 0,49528 gr.

o. $X_5 = 62,9327 + 0,06293 d_{15}$

yaitu produksi optimal dari produk bakso cilok (X_5) ialah 62,9327 dipengaruhi oleh perubahan ketersediaan tahu (d_{15}) sebesar 0,06293 gr.

p. $S_{16} = 393,329 - 1,60667 d_{15} + d_{16}$

yaitu hasil sisa ketersediaan bahan baku bakso ialah 393,329 gr dipengaruhi oleh perubahan ketersediaan satuan bakso dengan mengurangi ketersediaan tahu (d_{15}) sebesar 1,60667 gr.

Penyelesaian analisis sensitivitas ini dapat menggunakan *software* POM for Windows yaitu pada *module Linear Programming* , hampir sama dalam penginputan data untuk pengoptimalan produk. Jendela yang dihasilkan untuk interpretasi analisis sensitivitas pada tabel *Ranging*. Berikut hasil pengolahan *software* POM untuk interpretasi analisis sensitivitas batasan-batasan kebutuhan bahan baku untuk menjaga kestabilan keuntungan pada titik optimal produksi :

Variable	Value	Reduced Cost	Original Val	Lower Bound	Upper Bound
X 1	2,2913	0	1000	217,5745	1610,553
X 2	54,4287	0	2200	1035,632	2523,784
X 3	114,7677	0	2100	1830,585	3068,852
X 4	30,3767	0	1500	842,5385	Infinity
X 5	62,9327	0	2500	0	Infinity
Constraint	Dual Value	Slack/Surplus	Original Val	Lower Bound	Upper Bound
Y 1	0	800,4669	1000	199,5331	Infinity
Y 2	0	349,5646	1000	650,4354	Infinity
Y 3	0	1447,633	2000	552,3674	Infinity
Y 4	0	937,4957	1000	62,5043	Infinity
Y 5	13,6931	0	2000	1869,077	2087,961
Y 6	15,7093	0	2000	1978,679	3078,243
Y 7	0	93,2544	5000	4906,746	Infinity
Y 8	329,8351	0	1000	636,9607	1006,9
Y 9	0	246,7071	1000	753,2929	Infinity
Y 10	79,886	0	250	238,2347	267,5118
Y 11	0	532,8068	1000	467,1932	Infinity
Y 12	0	126,8093	500	373,1907	Infinity
Y 13	0	37,2876	250	212,7124	Infinity
Y 14	0	4,72	500	495,28	Infinity
Y 15	157,3316	0	1000	0	1009,53
Y 16	0	393,3291	2000	1606,671	Infinity

Gambar 4. Hasil analisis sensitivitas batasan fungsi kendala

Berdasarkan Gambar 4, hasil keluaran analisis sensitivitas batasan-batasan pada jendela *Ranging* yaitu pada baris *Lower Bound* dan *Upper Bound*.

Untuk batasan bawah bisa dilihat pada baris *Lower Bound* dan untuk batasan atas bisa dilihat pada baris *Upper Bound* sebagai berikut :

- a. Ketersediaan bahan baku ikan ialah 1000 gr, untuk tetap menjaga kestabilan keuntungan yang didapat batas minimal ketersediaan bahan baku ikan yang bisa diubah ialah 199,5331 gr dan batas maksimalnya ialah tak terbatas. Tak terbatas disini artinya, sebanyak apapun ketersediaan bahan baku tidak akan mengganggu terhadap proses produksi.
- b. Ketersediaan bahan baku kecap ialah 1000 gr, untuk tetap menjaga kestabilan keuntungan yang didapat batas minimal ketersediaan bahan baku kecap yang bisa diubah ialah 650,4354 gr dan batas maksimalnya ialah tak terbatas.
- c. Ketersediaan bahan baku terigu ialah 2000 gr, untuk tetap menjaga kestabilan keuntungan yang didapat batas minimal ketersediaan bahan baku terigu yang bisa diubah ialah 552,3674 gr dan batas maksimalnya ialah tak terbatas.
- d. Ketersediaan bahan baku telur ialah 1000 gr, untuk tetap menjaga kestabilan keuntungan yang didapat batas minimal ketersediaan bahan baku telur yang bisa diubah ialah 62,5043 gr dan batas maksimalnya ialah tak terbatas.
- e. Ketersediaan bahan baku minyak ialah 2000 gr, untuk tetap menjaga kestabilan keuntungan yang didapat batas minimal ketersediaan bahan baku minyak yang bisa diubah ialah 1869,077 gr dan batas maksimalnya ialah 2087,961 gr.
- f. Ketersediaan bahan baku kacang ialah 2000 gr, untuk menjaga kestabilan keuntungan yang didapat batas minimal ketersediaan bahan baku kacang yang bisa diubah ialah 1978,679 gr dan batas maksimalnya ialah 3078,243 gr.
- g. Ketersediaan bahan baku beras ialah 5000 gr, untuk tetap menjaga kestabilan keuntungan yang didapat batas minimal ketersediaan bahan baku beras yang bisa diubah ialah 4906,746 gr dan batas maksimalnya ialah tak terbatas.

- h. Ketersediaan bahan baku bawang ialah 1000 gr, untuk tetap menjaga kestabilan keuntungan yang didapat batas minimal ketersediaan bawang yang bisa diubah ialah 636,9607 gr dan batas maksimalnya ialah 1006,9 gr.
- i. Ketersediaan bahan baku labusiem ialah 1000 gr, untuk tetap menjaga kestabilan keuntungan yang didapat batas minimal ketersediaan labusiem yang bisa diubah ialah 753,2929 gr dan batas maksimalnya ialah tak terbatas.
- j. Ketersediaan bahan baku asem jawa ialah 250 gr, untuk tetap menjaga kestabilan keuntungan yang didapat batas minimal ketersediaan asem jawa yang bisa diubah ialah 238,2347 gr dan batas maksimalnya ialah 267,5118 gr.
- k. Ketersediaan bahan baku gula aren ialah 1000 gr, untuk tetap menjaga kestabilan keuntungan yang didapat batas minimal ketersediaan gula aren yang bisa diubah ialah 467,1932 gr dan batas maksimalnya ialah tak terbatas.
- l. Ketersediaan bahan baku garam ialah 500 gr, untuk tetap menjaga kestabilan keuntungan yang didapat batas minimal ketersediaan garam yang bisa diubah ialah 373,1907 gr dan batas maksimalnya ialah tak terbatas.
- m. Ketersediaan bahan baku sasa ialah 250 gr, untuk tetap menjaga kestabilan keuntungan yang didapat batas minimal ketersediaan sasa yang bisa diubah ialah 212,7124 gr dan batas maksimalnya ialah tak terbatas.
- n. Ketersediaan bahan baku seledri ialah 500 gr, untuk tetap menjaga kestabilan keuntungan yang didapat batas minimal ketersediaan seledri yang bisa diubah ialah 495,28 gr dan batas maksimalnya ialah tak terbatas.
- o. Ketersediaan bahan baku tahu ialah 1000 gr, untuk tetap menjaga kestabilan keuntungan yang didapat batas minimal ketersediaan tahu yang bisa diubah ialah 0 gr dan batas maksimalnya ialah 1009,53 gr.
- p. Ketersediaan bahan baku bakso ialah 2000 gr, untuk tetap menjaga kestabilan keuntungan yang didapat batas minimal ketersediaan bakso

yang bisa diubah ialah 1606,671 gr dan batas maksimalnya ialah tak terbatas.

4.7 Interpretasi Hasil

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan pada optimalisasi produksi dengan metode *simpleks*, maka dapat diketahui produksi optimal pada UMKM Kantin Misel ialah 2 porsi siomay, 54 porsi lontong sayur, 114 porsi lontong bumbu, 30 porsi pempek dan 62 porsi bakso cilok dengan keuntungan yang diperoleh Rp. 565.943,20 atau jika dikalikan selama satu bulan kerja (22 hari) yaitu Rp. 12.450.750,40 jika dibandingkan dengan keuntungan sebelumnya hanya memperoleh keuntungan sebesar Rp. 7.850.000,00 selama satu bulan kerja (22 hari) atau terdapat peningkatan keuntungan sebesar Rp. 4.600.750,40. Perbandingan jumlah satuan produk riil dengan jumlah satuan produk hasil optimalisasi diperlihatkan pada tabel berikut.

Tabel 6. Perbandingan Data Riil dan Hasil Optimalisasi

Produk	Data Riil	Hasil Optimalisasi
Siomay	150 porsi	2 porsi
Lontong Sayur	40 porsi	54 porsi
Lontong Bumbu	45 porsi	114 porsi
Pempek	75 porsi	30 porsi
Bakso Cilok	114 porsi	62 porsi
Keuntungan	Rp. 7.850.000,00	Rp. 12.450.750,40

Berdasarkan pada kasus ini, dalam proses produksi sangat diperlukan perencanaan dan perhitungan sebelum melakukan produksi. Perencanaan yang terstruktur dan perhitungan yang matematis sangat berpengaruh pada hasil produksi. Perencanaan dan perhitungan ini yang menjadi acuan dalam proses produksi, pembelanjaan kebutuhan produksi. akan sesuai dan hasil produksi akan optimal. Hasil produksi yang optimal ini akan dapat memenuhi kebutuhan

konsumen serta menghindari produk yang terbuang percuma karena tak habis terjual. Ketika kebutuhan konsumen terpenuhi dan proses produksi yang optimal akan tercapainya target dari produsen yaitu mendapatkan keuntungan yang maksimal.

Selain harus mengoptimalkan produksi, dalam proses produksi harus juga mengantisipasi suatu kendala yang terjadi agar terjaganya produksi yang optimal sehingga keuntungan tetap maksimal. Salah satu contoh kendala yang terjadi dalam setiap proses produksi ialah ketimpangan kebutuhan bahan baku. Ketimpangan kebutuhan bahan baku ini menjadi ancaman para produsen UMKM dalam proses produksi agar tujuan tercapai. Menganalisa dan menghitung suatu perencanaan produksi yang sistematis ialah solusi untuk acuan strategi pengendalian produksi sehingga proses produksi tak terganggu.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat diketahui sebagai berikut:

1. Produksi optimal harian pada UMKM Kantin Misel ialah 2 porsi siomay, 54 porsi lontong sayur, 114 porsi lontong bumbu, 30 porsi pempek dan 62 porsi bakso cilok dengan keuntungan yang diperoleh Rp. 565.943,20 atau jika diakumulasikan selama satu bulan kerja (22 hari) yaitu Rp. 12.450.750,40 Terdapat peningkatan keuntungan sebesar Rp. Rp. 4.600.750,40 dibandingkan keuntungan sebelumnya dalam satu bulan kerja (22 hari) sebesar Rp. 7.850.000,00.
2. Berdasarkan analisis sensitivitas yang telah dilakukan dapat diketahui perubahan-perubahan besaran kebutuhan bahan baku yang dapat diubah untuk menjaga keoptimalan produksi. Perubahan yang paling berpengaruh terhadap produk optimal ialah pada bahan baku kacang, beras dan seledri. Batas minimal untuk ketersediaan kacang sebesar 1978,679 gr, untuk beras sebesar 4906,746 gr dan untuk seledri sebesar 495,28 gr, sehingga bahan baku tersebut harus stabil ketersediaannya.

5.1 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dari penelitian ini, yaitu hasil penelitian dapat digunakan sebagai rujukan untuk UMKM Kantin Misel dalam merencanakan dan memperhitungkan proses produksi ketika mendapatkan kendala yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M. 2014. *Metodologi dan Aplikasi Riset Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Caturiyati., Indrati, C. H., Indrati, R., Aryati, L. 2013. Kekonveksan Daerah Fisibel Second Order Cone programming dengan Norma ∞ . *Jurnal Nasional Pythagoras*. **6(1):1-5**.
- Dewi, S. D. S., Tastrawati, N. K. T., Sari, K. 2014. Analisis Sensitivitas dalam Optimalisasi Keuntungan Produksi Busana dengan Metode Simpleks. *Jurnal Matematika*. **4(2):90-101**.
- Falani, I. 2018. Penentuan Nilai Parameter Metode *Exponential Smoothing* dengan algoritma Genetik dalam meningkatkan akurasi *Forecasting*. *CESS Unimed*. **3(1):14-16**.
- Hariyani, N., Irwanto, B., Khabibah, S. 2014. Penerapan Metode Program Linier Dan Analisis Sensitivitas Pada Optimalisasi Produksi Jenang Karomah. *Jurnal Ilmiah S1 Matematika FSM*. **3(4):1-9**.
- Hidayat, L., Tantina. 2011. Analisis Sensitivitas sebagai faktor penting dalam suatu pengambilan keputusan investasi. *Jurnal Ilmiah Ranggagading*. **11(2):1-10**.
- Hikmah, L., Syamsulhuda, B. M., Cahyo, K. 2017. Gambaran kondisi kantin sekolah pada sekolah dasar di wilayah Kecamatan Tembalang Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. **5(3):578-586**.
- Ibnas, R. 2014. Optimalisasi kasus Pemrograman Linear dengan Metode Grafik dan Simpleks. UIN Walisongo. *Jurnal MSA*. **2(1):1-8**.
- Kristiyanti, M., Rahmasari, L. 2015. Website sebagai Media Pemasaran Produk-Produk Unggulan UMKM di Kota Semarang. *Jurnal Aplikasi Manajemen*. **13(2):186-195**.
- Mulyani, A. 2018. Analisis Optimalisasi Produksi Industri Roti pada UKM Roti Tugu menggunakan Metode Linear Programming. *Jurnal pada Fakultas Pertanian*. **7(2):20-54**.
- Nurainy, F., Nawansih, O., Sitanggang, M. M. 2015. Analisis Finansial dan Sensitivitas Usaha Kecil Menengah Dodol Coklat. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. **15(3):221-225**.
- Pushpavalli, D., Subasree, D., Umadev, D. 2018. Decision Making in Agriculture: A Linear Programming Approach. *International Journal of Mathematical Archive*. **9(3):120-121**.
- Rachman., Azzahra, M. 2020, Teori Produksi pada Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah. *Jurnal Program Studi Teknik Industri*.

- Saryoko, A. 2016. Metode Simpleks dalam Optimalisasi Hasil Produksi. *Informatics for Educators and Professionals*. **1(1):27-36**.
- Soeharno. 2009. *Prosedur Penelitian*. Jakarta: Rineka Cipta
- Sriwidadi, T., Agustina, E. 2013. Analisis Optimalisasi Produksi dengan Linear Programming melalui Metode Simpleks. *Jurnal Business Management*. **4(2):725-741**.
- Susanti, V. 2021. Optimalisasi Produksi Tahu Menggunakan Program Linier Metode Simpleks. *MATHunesa*. **9(2):399-406**.
<https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/mathunesa/article/download/41971/36897>
- Teguh, M. 2016. *Matematika Ekonomi*. Jakarta: PT Raja Garvindo persada.
- Wibowo., Sukarno., Supriyadi D. 2013. *Ekonomi Mikro Islam*. Bandung: Pustaka Setia.
- Winarto, W. W. A. Peran Fintech dalam Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM). *Jurnal Ekonomi & Ekonomi Syariah*. **3(1):61-72**.
- Yuliani, A. 2018. *Kemenkop UKM: 3,79 juta UMKM Sudah Go Online*. [https://www.kominfo.go.id/content/detail/11526/kemenkop-ukm-379-juta-umkm-sudah-go-online/0/sorotan_media]. Diakses pada tanggal 23 Juni 2022.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Penyelesaian metode simpleks

VB	X1	X2	X3	X4	X5	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	RHS
Z	-1000	-2200	-2100	-1500	-2500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S1	5,55	0	0	6,15	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1000
S2	5,38	0	5,56	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1000
S3	13,84	0	0	17,14	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2000
S4	1,785	0	0	1,923	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1000
S5	57,14	0	0	61,53	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2000
S6	13,85	0	17,15	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2000
S7	0	90,15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5000
S8	0	6,67	5,55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1000
S9	0	13,84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1000
S10	0	0	0	8,23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	250
S11	0	0	0	15,38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1000
S12	0	0	0	0	5,93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	500
S13	0	0	0	0	3,38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	250
S14	0	0	0	0	7,87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	500
S15	0	0	0	0	15,89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1000
S16	0	0	0	0	25,53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2000

Iterasi -1

VB	X1	X2	X3	X4	X5	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	RHS	Rasio	
Z	-1000	-2200	-2100	-1500	-2500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S1	5,55	0	0	6,15	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1000	#DIV/0!
S2	5,38	0	5,56	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1000	#DIV/0!
S3	13,84	0	0	17,14	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2000	#DIV/0!
S4	1,785	0	0	1,923	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1000	#DIV/0!
S5	57,14	0	0	61,53	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2000	#DIV/0!
S6	13,85	0	17,15	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2000	#DIV/0!
S7	0	90,15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5000	#DIV/0!
S8	0	6,67	5,55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1000	#DIV/0!
S9	0	13,84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1000	#DIV/0!
S10	0	0	0	8,23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	250	#DIV/0!
S11	0	0	0	15,38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1000	#DIV/0!
S12	0	0	0	0	5,93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	500	84,31703
S13	0	0	0	0	3,38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	250	73,9645
S14	0	0	0	0	7,87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	500	63,5324
S15	0	0	0	0	15,89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1000	62,93266
S16	0	0	0	0	25,53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2000	78,33921

Iterasi -2

VB	X1	X2	X3	X4	X5	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	RHS	Rasio		
Z'	-1000	-2200	-2100	-1500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	157,3316	0	157331,7	0	
S1	5,55	0	0	6,15	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1000	#DIV/0!	
S2	5,38	0	5,56	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1000	#DIV/0!	
S3	13,84	0	0	17,14	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2000	#DIV/0!	
S4	1,785	0	0	1,923	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1000	#DIV/0!	
S5	57,14	0	0	61,53	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2000	#DIV/0!	
S6	13,85	0	17,15	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2000	#DIV/0!	
S7	0	90,15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5000	55,46312	
S8	0	6,67	5,55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1000	149,925	
S9	0	13,84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1000	72,25434	
S10	0	0	0	8,23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	250	#DIV/0!	
S11	0	0	0	15,38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1000	#DIV/0!	
S12'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-0,37319	0	126,8093	#DIV/0!		
S13'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-0,21271	0	37,2876	#DIV/0!		
S14'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-0,49528	0	4,71995	#DIV/0!		
X5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,062933	62,93266	#DIV/0!
S16'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,60667	1	393,3291	#DIV/0!	

Iterasi -3

VB	X1	X2	X3	X4	X5	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	RHS	Rasio			
Z'	-1000	0	-2100	-1500	0	0	0	0	0	0	0	24,40377	0	0	0	0	0	0	0	0	157,3317	0	279350,5	0		
S1	5,55	0	0	6,15	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1000	#DIV/0!		
S2	5,38	0	5,56	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1000	179,8561		
S3	13,84	0	0	17,14	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2000	#DIV/0!		
S4	1,785	0	0	1,923	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1000	#DIV/0!		
S5	57,14	0	0	61,53	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2000	#DIV/0!		
S6	13,85	0	17,15	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2000	116,6181		
X2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,011093	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55,46312	#DIV/0!	
S8'	0	0	5,55	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,07399	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	630,061	113,5245	
S9'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,15352	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	232,3905	#DIV/0!	
S10	0	0	0	8,23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	250	#DIV/0!	
S11	0	0	0	15,38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1000	#DIV/0!		
S12'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-0,37319	0	126,8093	#DIV/0!		
S13'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-0,21271	0	37,2876	#DIV/0!		
S14'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-0,49528	0	4,71995	#DIV/0!		
X5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,062933	62,93266	#DIV/0!	
S16'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,60667	1	393,3291	#DIV/0!

Iterasi -4

VB	X1	X2	X3	X4	X5	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	RHS	Rasio		
Z''	-1000	0	0	-1500	0	0	0	0	0	0	0	-3,59161	378,3784	0	0	0	0	0	0	0	157,3317	0	517752	0	
S1	5,55	0	0	6,15	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1000	162,6016	
S2'	5,38	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0,074121	-1,0018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	368,8037	#DIV/0!	
S3	13,84	0	0	17,14	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2000	116,6861	
S4	1,785	0	0	1,923	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1000	520,0208	
S5	57,14	0	0	61,53	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2000	32,50447	
S6'	13,85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,228629	-3,09009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53,05472	#DIV/0!	
X2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,011093	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55,46312	#DIV/0!	
X3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,01333	0,18018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	113,5245	#DIV/0!	
S9'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,15352	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	232,3905	#DIV/0!	
S10	0	0	0	8,23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	250	30,37667	
S11	0	0	0	15,38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1000	65,01951	
S12'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-0,37319	0	126,8093	#DIV/0!		
S13'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-0,21271	0	37,2876	#DIV/0!		
S14'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-0,49528	0	4,71995	#DIV/0!		
X5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,062933	62,93266	#DIV/0!
S16'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,60667	1	393,3291	#DIV/0!	

Iterasi -5

VB	X1	X2	X3	X4	X5	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	RHS	Rasio		
Z'''	-1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3,59161	378,3784	0	182,26	0	0	0	0	157,3317	0	563317	0		
S1'	5,55	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,74727	0	0	0	0	0	0	813,1835	146,5195		
S2'	5,38	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0,074121	-1,0018	0	0	0	0	0	0	0	0	368,8037	68,55088		
S3'	13,84	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	-2,08262	0	0	0	0	0	0	1479,344	106,889		
S4'	1,785	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-0,23366	0	0	0	0	0	0	941,5857	527,499		
S5'	57,14	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	-7,47631	0	0	0	0	0	0	130,9235	2,291275		
S6'	13,85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,228629	-3,09009	0	0	0	0	0	0	0	0	53,05472	3,830666		
X2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,011093	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55,46312	#DIV/0!		
X3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,01333	0,18018	0	0	0	0	0	0	0	0	113,5245	#DIV/0!		
S9'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,15352	0	1	0	0	0	0	0	0	0	232,3905	#DIV/0!		
X4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,121507	0	0	0	0	0	0	30,37667	#DIV/0!		
S11'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,86877	1	0	0	0	0	0	532,8068	#DIV/0!		
S12'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-0,37319	0	126,8093	#DIV/0!		
S13'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-0,21271	0	37,2876	#DIV/0!		
S14'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-0,49528	0	4,71995	#DIV/0!		
X5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,062933	0	62,93266	#DIV/0!
S16'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,60667	1	393,3291	#DIV/0!	

Iterasi -6

VB	X1	X2	X3	X4	X5	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	RHS	Rasio	
Z''''	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17,50088	0	-3,59161	378,3784	0	51,41812	0	0	0	0	157,3317	0	565608,3	0	
S1''	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-0,09713	0	0	0	0	-0,02109	0	0	0	0	0	0	800,4669	#DIV/0!	
S2''	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-0,09415	0	0,074121	-1,0018	0	0,703929	0	0	0	0	0	0	356,4767	4809,381	
S3''	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-0,24221	0	0	0	0	-0,27177	0	0	0	0	0	0	1447,633	#DIV/0!	
S4''	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-0,03124	0	0	0	0	-0,0001	0	0	0	0	0	0	937,4957	#DIV/0!	
X1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,017501	0	0	0	0	-0,13084	0	0	0	0	0	0	2,291275	#DIV/0!	
S6''	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,24239	1	0,228629	-3,09009	0	1,81216	0	0	0	0	0	0	21,32056	93,25398	
X2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,011093	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55,46312	5000	
X3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,01333	0,18018	0	0	0	0	0	0	0	0	113,5245	-8515,74	
S9'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,15352	0	1	0	0	0	0	0	0	0	232,3905	-1513,73	
X4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,121507	0	0	0	0	0	0	30,37667	#DIV/0!	
S11'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,86877	1	0	0	0	0	0	532,8068	#DIV/0!	
S12'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-0,37319	0	126,8093	#DIV/0!	
S13'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-0,21271	0	37,2876	#DIV/0!	
S14'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-0,49528	0	4,71995	#DIV/0!	
X5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,062933	0	62,93266	#DIV/0!
S16'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,60667	1	393,3291	#DIV/0!

Lampiran 2. Tabel optimal simpleks

VB	X1	X2	X3	X4	X5	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	RHS	
Z''''	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13,69315	15,70927	0	329,8353	0	79,88584	0	0	0	0	157,3317	0	565943,2	
S1''	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-0,09713	0	0	0	0	-0,02109	0	0	0	0	0	0	800,4669	
S2''	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-0,01557	-0,32419	0	0	0	0,116442	0	0	0	0	0	0	349,5647	
S3''	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-0,24221	0	0	0	0	-0,27177	0	0	0	0	0	0	1447,633	
S4''	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-0,03124	0	0	0	0	-0,0001	0	0	0	0	0	0	937,4957	
X1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,017501	0	0	0	0	-0,13084	0	0	0	0	0	0	2,291275	
S7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,06017	4,373879	0,999995	-13,5157	0	7,92617	0	0	0	0	0	0	93,25356	
X2'	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,011757	-0,04851	0	0,149889	0	-0,0879	0	0	0	0	0	0	54,42894	
X3'	0	0	1	0	0	0	0	0	0	-0,01413	0,058304	0	0	0	0,105656	0	0	0	0	0	0	114,7676	
S9''	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,16276	0,671478	0	-2,07493	1	1,216826	0	0	0	0	0	0	246,7067	
X4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,121507	0	0	0	0	0	0	30,37667	
S11'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,86877	1	0	0	0	0	0	532,8068	
S12'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-0,37319	0	126,8093	
S13'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-0,21271	0	37,2876	
S14'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-0,49528	0	4,71995	
X5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,062933	0	62,93266
S16'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,60667	1	393,3291

Lampiran 3. Tabel optimal simpleks untuk analisis sensitivitas

VB	RHS	d1	d2	d3	d4	d5	d6	d7	d8	d9	d10	d11	d12	d13	d14	d15	d16
Z	565943,2	0	0	0	0	13,69315	15,70927	0	329,835324	0	79,88584	0	0	0	0	157,3317	0
S1	800,4669	1	0	0	0	-0,09713	0	0	0	0	-0,02109	0	0	0	0	0	0
S2	349,5647	0	1	0	0	-0,01557	-0,32419	0	0	0	0,116442	0	0	0	0	0	0
S3	1447,633	0	0	1	0	-0,24221	0	0	0	0	-0,27177	0	0	0	0	0	0
S4	937,4957	0	0	0	1	-0,03124	0	0	0	0	-0,0001	0	0	0	0	0	0
X1	2,291275	0	0	0	0	0,017501	0	0	0	0	-0,13084	0	0	0	0	0	0
S7	93,25356	0	0	0	0	-1,06017	4,373879	0,999995	-13,515681	0	7,92617	0	0	0	0	0	0
X2	54,42894	0	0	0	0	0,011757	-0,04851	0	0,1498889	0	-0,0879	0	0	0	0	0	0
X3	114,7676	0	0	0	0	-0,01413	0,058304	0	0	0	0,105656	0	0	0	0	0	0
S9	246,7067	0	0	0	0	-0,16276	0,671478	0	-2,0749273	1	1,216826	0	0	0	0	0	0
X4	30,37667	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,121507	0	0	0	0	0	0
S11	532,8068	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,86877	1	0	0	0	0	0
S12	126,8093	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-0,37319	0
S13	37,2876	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-0,21271	0
S14	4,71995	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-0,49528	0
X5	62,93266	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,062933	0
S16	393,3291	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,60667	1

Lampiran 4. Hasil analisis sensitivitas batasan fungsi kendala

Variable	Value	Reduced Cost	Original Val	Lower Bound	Upper Bound
X 1	2,2913	0	1000	217,5745	1610,553
X 2	54,4287	0	2200	1035,632	2523,784
X 3	114,7677	0	2100	1830,585	3068,852
X 4	30,3767	0	1500	842,5385	Infinity
X 5	62,9327	0	2500	0	Infinity
Constraint	Dual Value	Slack/Surplus	Original Val	Lower Bound	Upper Bound
Y 1	0	800,4669	1000	199,5331	Infinity
Y 2	0	349,5646	1000	650,4354	Infinity
Y 3	0	1447,633	2000	552,3674	Infinity
Y 4	0	937,4957	1000	62,5043	Infinity
Y 5	13,6931	0	2000	1869,077	2087,961
Y 6	15,7093	0	2000	1978,679	3078,243
Y 7	0	93,2544	5000	4906,746	Infinity
Y 8	329,8351	0	1000	636,9607	1006,9
Y 9	0	246,7071	1000	753,2929	Infinity
Y 10	79,886	0	250	238,2347	267,5118
Y 11	0	532,8068	1000	467,1932	Infinity
Y 12	0	126,8093	500	373,1907	Infinity
Y 13	0	37,2876	250	212,7124	Infinity
Y 14	0	4,72	500	495,28	Infinity
Y 15	157,3316	0	1000	0	1009,53
Y 16	0	393,3291	2000	1606,671	Infinity

Maka persamaan yang terbentuk seperti ini:

$$199,5331 \leq 1000 + d_1 \leq \infty$$

$$650,4354 \leq 1000 + d_2 \leq \infty$$

$$552,3674 \leq 2000 + d_3 \leq \infty$$

$$62,5043 \leq 1000 + d_4 \leq \infty$$

$$1869,077 \leq 2000 + d_5 \leq 2087,961$$

$$1978,679 \leq 2000 + d_6 \leq 3078,243$$

$$4906,746 \leq 5000 + d_7 \leq \infty$$

$$636,9607 \leq 1000 + d_8 \leq 1006,9$$

$$753,2929 \leq 1000 + d_9 \leq \infty$$

$$238,2347 \leq 250 + d_{10} \leq 267,5118$$

$$467,1932 \leq 1000 + d_{11} \leq \infty$$

$$373,1907 \leq 500 + d_{12} \leq \infty$$

$$212,7124 \leq 250 + d_{13} \leq \infty$$

$$495,28 \leq 500 + d_{14} \leq \infty$$

$$0 \leq 1000 + d_{15} \leq 1009,53$$

$$1606,671 \leq 2000 + d_{16} \leq \infty$$