OPTIMISASI PRODUKSI DENGAN METODE *BIG M* SERTA ANALISIS SENSITIVITAS DI UMKM REMPEYEK ILHAM

SKRIPSI

WAHYU NINGSIH

F1C218013

PROGRAM STUDI MATEMATIKA

JURUSAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS JAMBI

2022

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya sendiri. sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Tanda tangan yang tertera dalam halaman pengesahan adalah asli. Jika tidak asli, saya siap menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Jambi, 09 Desember 2022
Yang menyatakan,

WAHYU NINGSIH
F1C2181013

RINGKASAN

Rempeyek Ilham merupakan salah satu usaha di bidang kuliner yang menghadapi persaingan komersial. Adapun varian jenis Rempeyek Ilham seperti Rempeyek Teri, Rempeyek Kacang Tanah, Rempeyek Jagung, Rempeyek Sawi, Rempeyek Udang, dan Rempeyek Kedelai dijual dengan berat masing-masing rempeyek 1 kg. Dalam memenuhi permintaan konsumen, pembuatan Rempeyek Ilham membutuhkan perencanaan jumlah produksi yang optimal dalam sehari dengan bahan baku pembuatan yaitu tepung beras putih, bawang putih, garam halus, minyak sayur, daun jeruk, rempah-rempah piihan, Teri, kacang tanah, jagung, sawi, udang dan kedelai. Menyelesaikan permasalahan ini, dalam pemrograman linear salah satunya dengan metode simpleks. Namun, dipenelitian ini setelah dilakukan formulasi model matematika dan ditemukan pembatas kendala yaitu untuk terget produksi dengan pertidaksamaan (≥) yang mengharuskan menambah *artificial variabel* untuk menjadi variabel basis, oleh karena itu masalah ini tidak bisa diselesaikan dengan metode simpleks melainkan dengan Metode Big M.

Setelah permasalahan dalam *linear programming* telah didapatkan solusi optimal belum berarti permasalahan telah selesai, masih terdapat kemungkinan-kemungkinan yang dapat terjadi sebagai akibat perubahan-perubahan pada bagian tertentu. Misalnya perubahan pada koefisien fungsi tujuan variabel basis, ruas kanan kendala, penambahan variabel baru, dan penambahan kendala baru. Semua perubahan tersebut tentunya berpengaruh terhadap hasil solusi optimum yang telah ada. Dalam mengatasi perubahan yang demikian maka di perlukan suatu analisis yang digunakan agar proses perhitungan tidak di lakukan dari awal apabila terjadi perubahan-perubahan tersebut yaitu menggunakan analisis sensitivitas.

Berdasarkan hasil penelitian, UMKM Rempeyek Ilham akan mendapatkan pendapatan dari hasil penjualan yang maksimal dengan keterbatasan bahan baku yang ada jika memproduksi rempeyek teri sebanyak 25 Kg/hari, rempeyek kacang tanah sebanyak 32 Kg/hari, rempeyek sawi sebanyak 7 Kg/hari, rempeyek udang sebanyak 7 Kg/hari, rempeyek jagung sebanyak 7 Kg/hari dan rempeyek kedelai sebanyak 2 Kg/hari. Adapun pendapatan dari hasil penjualan yang maksimum sebesar Rp.6.800.000.

SUMMARY

Ilham's peanut brittle is one of the businesses in the culinary field that faces commercial competition. The Ilham peanut brittle variants, such as anchovies peanut brittle, peanut brittle, corn peanut brittle, mustard peanut brittle, shrimp peanut brittle, and soybean peanut brittle, are sold with a weight of 1 kg each. In meeting consumer demand, making Ilham's peanut brittle requires planning the optimal amount of production in a day with the raw materials for making, namely white rice flour, garlic, fine salt, vegetable oil, lime leaves, selected spices, anchovies, peanuts, corn, mustard greens. , shrimp and soybeans. Solving this problem, in linear programming one of them with the simplex method. However, in this study after the formulation of the mathematical model and the constraints were found, namely for the production target with inequality (≥) which requires adding artificial variables to become basic variables, therefore this problem cannot be solved by the simplex method but by the Big M method.

After the problem in linear programming has been obtained the optimal solution does not mean the problem has been completed, there are still possibilities that can occur as a result of changes in certain parts. For example changes to the coefficients of the objective function of the basis variable, the right-hand side of the constraints, the addition of new variables, and the addition of new constraints. All of these changes certainly affect the results of the existing optimum solution. In dealing with such changes, an analysis is needed so that the calculation process is not carried out from the beginning if these changes occur, namely using sensitivity analysis.

Based on the results of the research, Ilham's Small and Medium Enterprises will get maximum income from sales with limited raw materials if they produce 25 Kg/day of anchovies peanut brittle, 32 Kg/day of peanut brittle, 7 kg of mustard greens/day, shrimp peanut brittle 7 kg/day, corn peanut brittle 7 kg/day and soybean peanut brittle 2 kg/day. With maximum sales revenue of IDR 6,800,000.

OPTIMISASI PRODUKSI DENGAN METODE *BIG M* SERTA ANALISIS SENSITIVITAS DI UMKM REMPEYEK ILHAM

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana pada Program Studi Matematika

WAHYU NINGSIH
F1C218013

PROGRAM STUDI MATEMATIKA
JURUSAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI
2022

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **Optimisasi Produksi dengan Metode *Big M* serta Analisis Sensitivitas di UMKM Rempeyek Ilham** yang disusun oleh **WAHYU NINGSIH, NIM: F1C218013** telah dipertahankan di depan penguji pada tanggal 9 Desember 2022.

Susunan tim penguji:

Ketua	:	Syamsyida Rozi, S.Si., M.Si.
Sekretaris	:	Cut Multahadah, S.Pd., M.Si.
Anggota	:	1. Gusmi Kholijah, S.Si., M.Si.
		2. Niken Rarasati, S.Si., M.Si.
		3. Gusmanely, S.Pd., M.Si.

Disetujui

Pembimbing Utama

Syamsyida Rozi, S.Si., M.Si.
NIP. 198407292019032012

Pembimbing Pendamping

Cut Multahadah, S.Pd., M.Pd.
NIP. 201501072009

Diketahui

Dekan Fakultas Sains Dan Teknologi
Universitas Jambi

Drs. Jefri Marzal, M.Sc., D.I.T.
NIP. 196806021993031004

Ketua Jurusan Matematika dan
Ilmu Pengetahuan Alam

Yusnaidar, S.Si., M.Si
NIP. 196809241999032001

RIWAYAT HIDUP

Wahyu Ningsih lahir di muaro jambi, pada tanggal 26 juni 2000. Penulis merupakan anak kedua dari lima bersaudara dari pasangan Ayahanda Muhammad Nuri, S.ag dan Ibunda Kartinawati. Jalur pendidikan formal yang pernah ditempuh penulis sebagai berikut:

1. SD Negeri 28/VII Lubuk Jering tamat tahun 2006-2012
2. SMPN 15 Pematang Kabau tahun 2012-2015
3. SMAS Islam Al-arief Muaro Jambi tamat tahun 2015-2018

Pada tahun 2018, penulis diterima di Perguruan Tinggi Negeri Universitas Jambi, Program Strata Satu (S1) dan tercatat sebagai mahasiswa Program Studi Matematika Jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi melalui jalur SNMPTN. Selama menempuh pendidikan S1, penulis cukup aktif dalam bidang akademik maupun organisasi baik organisasi dalam kampus seperti Himpunan Mahasiswa Matematika (HIMATIKA) maupun organisasi luar Kampus seperti Pergerakan mahasiswa Islam Indonesia (PMII). Penulis juga aktif dalam kegiatan seminar-seminar baik tingkat jurusan, fakultas maupun universitas. Selain itu,penulis juga melaksanakan magang di Instansi Badan Meteorologi, klimatologi dan Geofisika (BMKG) Muaro Jambi.

PRAKATA

Segala puji dan syukur atas kehadirat Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **"Optimisasi Produksi Dengan Metode *Big M* Serta Analisis Sensitivitas di UMKM Rempeyek Ilham".** Dan shalawat serta salam penulis haturkan kepada junjungan besar nabi Muhammad SAW. Skripsi ini dibuat dan disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Program Studi Matematika, Jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi. Selama proses pembuatan dan penyusunan skripsi, tidak sedikit hambatan yang penulis hadapi. Tetapi berkat dukungan dari berbagai pihak, skripsi ini dapat terselesaikan. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada

1. Allah SWT karena dengan ridho dan rahmat-Nya skripsi ini dapat diselesaikan.
2. Bapak Muhammad Nuri S.Ag dan Ibu Kartinawati yang telah mendoakan dan mendukung serta memberi semangat untuk keberhasilan penulis.
3. Abang kandung saya Al-amin Nurkasih S.Sos, adik kandung saya Muhammad Ilham Nurkasih, Al-hakim Ramadhan Nurkasih, dan Al-akmal Rabbani Nurkasih serta kakak ipar saya Alifia Rachma lestari S.sos dan ponakan yang lucu Azkiya Naura Nurkasih yang telah memberikan semangat dalam penyelesaian skripsi.
4. Keluarga besar yang telah mendukung dan memberi semangat dari awal perkuliahan sampai akhir.
5. Drs. Jefri Marzal, M.Sc., D.I.T. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi.
6. Yusnaidar, S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi.
7. Gusmi Kholijah, S.Si., M.Si selaku Ketua Program Studi Matematika, Jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi.
8. Niken Rarasati, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
9. Syamsyida Rozi, S.Si. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Cut Multahadah, S.Pd.,M.Pd. selaku Dosen Pembimbing Pendamping.
10. Sherli Yurinanda, S.Pd., M.Si., Niken Rarasati, S.Si.M.Si., dan Gusmanely Z, S.Pd., M.Si. selaku Tim Penguji dalam seminar proposal dan ujian komprehensif skripsi penulis.
11. Gusmi Kholijah, S.Si., M.Si., Niken Rarasati, S.Si.M.Si., dan Gusmanely Z, S.Pd., M.Si. selaku Tim Penguji dalam sidang skripsi penulis.

12. Seluruh Dosen Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jambi.
13. Nabila Asyahidah, Ika Amelia, Mentari Erlianto, Lisa Oktariani, Lauwni fintri dan Kartika Anjaliya Tanjung selaku sahabat yang selalu memberi saran dan semangat.
14. Seluruh angkatan metematika 2018 (Geometri) yang memberikan banyak saran dan semangat. Selaku teman seperjuangan dari awal perkuliahan.
15. Muhammad Hasrin, S.Hum selaku *partner* yang sudah banyak membantu dan memberi semangat dalam menyelesaikan skripsi.
16. Serta semua pihak yang telah bersedia membantu dan tidak bisa disebutkan satu persatu.

skripsi ini bermanfaat bagi pembaca dan dapat diaplikasikan pada masa mendatang. Penulis menyadari skripsi ini jauh dari kesempurnaan dan mengharapkan adanya saran serta kritik agar dapat membantu penulis dalam menyusun skripsi lainnya di masa mendatang.

Jambi, 09 Desember 2022
Yang menyatakan,

WAHYU NINGSIH
F1C2181013

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR LAMPIRAN

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri UMKM tanah air saat ini berada dalam situasi yang relatif sulit di tengah perubahan lingkungan bisnis yang semakin ketat. Usaha mikro, kecil dan menengah (UMKM) merupakan bagian penting dari perekonomian suatu negara atau daerah, tidak terkecuali Indonesia. Pengembangan sektor UMKM menaruh makna tersendiri dalam usaha peningkatan pertumbuhan ekonomi dan usaha menekan angka kemiskinan suatu negara (Wibowo dan Zainul, 2015).

Rempeyek Ilham merupakan salah satu usaha dibidang kuliner yang menghadapi persaingan komersial. UMKM Rempeyek Ilham yang berlokasi kan di Jln. M. Yamin, lrg. Teladan, RT. 31, RW No. 58, Payo Lebar, Kec. Jelutung, Kota Jambi, Jambi 36124. Lokasi pemasaran dilakukan juga di berbagai swalayan dan mini market yang berada di Jambi. Rempeyek ilham memiliki beberapa variasi isi, dimana setiap rempeyek mempunyai harga jual yang sama untuk setiap kilogram nya. Adapun varian jenis rempeyek ilham yaitu Rempeyek teri 1 Kg dengan harga Rp. 85.000, Rempeyek Kacang tanah 1 Kg dengan harga Rp. 85.000, Rempeyek jagung 1 Kg dengan harga Rp. 85.000, Rempeyek sawi 1 Kg dengan harga Rp. 85.000, Rempeyek udang 1 Kg dengan harga Rp. 85.000, dan Rempeyek Kedelai 1 Kg dengan harga Rp. 85.000.

Berdasar kan observasi yang dilakukan oleh penulis produksi Rempeyek di UMKM Rempeyek Ilham bisa terjual sekitar ± 65 Kg/hari dengan penjualan untuk rempeyek teri sebanyak 15 kg/hari, rempeyek kacang tanah sebanyak 27 kg/hari, rempeyek jagung sebanyak 7 kg/hari, rempeyek sawi sebanyak 7 kg/hari rempeyek udang sebanyak 7 kg/hari, dan rempeyek kedelai sebanyak 2 kg/hari. Permintaan Rempeyek Ilham yang tidak menentu dari segi jumlah, dan perlu menyediakan stok yang lebih setiap harinya untuk memenuhi permintaan konsumen. Sehingga dapat memenuhi jumlah permintaan dengan mempertimbangkan biaya produksi yang dikeluarkan. Dalam memenuhi permintaan konsumen, pembuatan rempeyek ilham membutuhkan perencanaan jumlah produksi yang optimal untuk menentukan berapa banyak produk yang harus dibuat dalam sehari, sehingga dapat memenuhi jumlah permintaan mengingat biaya produksi yang dikeluarkan. Dalam matematika permasalahan ini dikenal dengan istilah optimisasi.

Menurut Suprodjo dan purwandi, 1982 dalam Tarmizi, 2005, bahwa secara matematis optimisasi adalah cara mendapatkan hasil optimum baik maksimum atau minimum dari suatu fungsi tertentu dengan faktor-faktor pembatasnya (kendala). Masalah optimisasi termasuk meminimalkan biaya produksi atau memaksimalkan pendapatan dari hasil penjualan yang optimal. Optimisasi produksi yang baik perlu mengetahui besarnya permintaan konsumen sehingga pelaku usaha lebih mudah mengetahui berapa banyak produk yang akan dihasilkan. Dalam mengatasi masalah penentuan kuantitas atau banyaknya produksi, maka harus dilakukan pengoptimalan dengan menggunakan *Linear programming*.

Linear Programming merupakan suatu Metode matematis yang berbentuk linear untuk menentukan suatu penyelesaian optimal dengan cara memaksimumkan atau meminimumkan fungsi tujuan terhadap suatu kendala dalam *Linear programming*, terdapat Metode Grafik dan Metode Simpleks. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode Simpleks. Metode simpleks adalah metode untuk menyelesaikan masalah yang melibatkan lebih dari dua variabel (Siswanto, 2007).

Namun, pada penelitian ini setelah dilakukan formulasi model matematika dan ditemukan pembatas kendala yaitu untuk terget produksi dengan pertidaksamaan (≥) yang mengharus menambah *artificial variabel* untuk menjadi variabel basis awal, oleh karena itu masalah pada penelitian ini tidak dapat diselesaikan dengan Metode Simpleks melainkan dengan Metode Big M atau Metode Dua Fase. Metode Big M dan Dua Fase sama-sama bisa menyelesaikan permasalahan dengan tanda pembatas kendala (≥). Penyelesaian menggunakan Metode Big M hampir sama dengan penyelesaian Metode Simpleks yang penyelesaiannya menggunakan pendekatan tabel yaitu dinamakan tabel simpleks dan hanya melalui satu tahap, sedangkan dengan Metode Dua Fase penyelesaiannya melalui dua tahap. Maka penulis lebih memilih untuk menyelesaikan penelitian ini menggunakan Metode Big M.

Setelah permasalahan dalam *linear programming* telah didapatkan solusi optimal belum berarti permasalahan telah selesai, masih terdapat kemungkinan-kemungkinan yang dapat terjadi sebagai akibat perubahan-perubahan pada bagian tertentu. Misalnya perubahan pada koefisien fungsi tujuan variabel basis, ruas kanan kendala, penambahan variabel baru, dan penambahan kendala baru. Semua perubahan tersebut tentunya berpengaruh terhadap hasil solusi optimum yang telah ada. Dalam mengatasi perubahan yang demikian maka diperlukan suatu analisis yang digunakan agar proses perhitungan tidak dilakukan dari awal apabila terjadi perubahan-perubahan tersebut yaitu menggunakan analisis sensitivitas.

Penelitian tentang *linear programming* ini sudah pernah dilakukan oleh beberapa peneliti yaitu penelitian yang dilakukan Andreas Lawang dengan judul Optimalisasi keuntungan harga pokok produksi mebel bambu dengan Metode *Big*

M, hasil yang diperoleh menggunakan Metode *Big M* cukup optimal dan efektif karena dapat mempersingkat perhitungan, perbedaan pada penelitian ini yaitu objek yang diteliti serta analisis yang digunakan.

Penelitian *Linear programming* juga diteliti oleh Khoirunisa Vivi Adtria, Dkk dengan judul Analisis Sensitivitas dalam Optimalisasi Produksi Makaroni Iko Menggunakan *Linear programming* dengan keuntungan sebesar Rp 10.571.300 dengan menggunakan analisis sensitivitas, dapat diketahui perubahan parameter yang mempengaruhi keoptimalan produksi.

Digunakan Metode *Big M*, bertujuan untuk mengidentifikasi banyaknya produksi rempeyek ilham yang optimal agar dapat mencapai pendapatan dari hasil penjualan yang maksimal. Selain itu juga, dilakukan suatu analisis untuk mengetahui pengaruh yang akan terjadi apabila terdapat perubahan parameter baik pada fungsi tujuan ataupun kendala. Analisis tersebut disebut dengan analisis sensitivitas. Berdasarkan hal tersebut, maka penulis mengajukan penelitian dengan judul **"Optimisasi Produksi dengan Metode *Big M* serta Analisis Sensitivitas di UMKM Rempeyek Ilham"**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka permasalahan yang akan dikaji pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana model optimisasi produksi rempeyek di UMKM Rempeyek Ilham?
2. Berapa pendapatan dari hasil penjualan maksimum yang diperoleh dari penjualan Rempeyek Ilham dengan Metode *Big M* ?
3. Bagaimana analisis sensitivitas dalam pengoptimalan produksi rempeyek di UMKM rempeyek Ilham ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang akan dikaji pada penelitian ini adalah :

1. Mengetahui model optimisasi produksi Rempeyek di UMKM Rempeyek Ilham.
2. Mengetahui berapa pendapatan dari hasil penjualan maksimum yang diperoleh dari penjualan Rempeyek Ilham dengan menggunakan Metode *Big M*.
3. Mengetahui Analisis Sensitivitas dalam pengoptimalan produksi rempeyek di UMKM rempeyek Ilham.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Penerapan Metode *Big M* serta analisis sensitivitas dalam mengoptimalkan jumlah produksi rempeyek Ilham;

2. Terdapat enam variabel keputusan yang terdiri dari banyaknya rempeyek teri yang diproduksi, banyaknya rempeyek kacang tanah yang diproduksi, banyaknya rempeyek jagung yang diproduksi, banyaknya rempeyek sawi yang diproduksi, banyaknya rempeyek udang yang diproduksi, dan banyaknya rempeyek kedelai yang diproduksi.
3. Perencanaan produksi rempeyek yang dilakukan adalah untuk produksi selama satu hari;
4. Kendala berupa bahan baku yang digunakan dan target produksi rempeyek selama satu hari;
5. Fungsi tujuan adalah memaksimalkan pendapatan dari hasil penjualan.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Bagi Peneliti

   Dapat menerapkan ilmu pengetahuan dan menambah wawasan pengetahuan khususnya dalam Metode *Big M* serta analisis sensitivitas .
2. Bagi Perusahaan

   Dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk meningkatkan upaya atau strategi dalam jumlah produksi suatu produk agar memperoleh pendapatan dari hasil penjualan yang maksimal dan mengoptimalkan pemakaian bahan baku yang tersedia.
3. Bagi Pihak Lainnya

   Dapat memberikan pengetahuan dan wawasan terhadap permasalahan yang ada dibidang usaha, khususnya untuk memaksimalkan pendapatan dari hasil penjualan dan mengoptimalkan pemakaian bahan baku.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Produksi rempeyek

Produksi didefinisikan sebagai suatu kegiatan atau proses yang mengubah masukan *(input)* menjadi hasil keluaran *(output).* Dengan pengertian produksi dalam arti luas sebagai suatu kegiatan yang mengubah masukan *(input)* menjadi keluaran *(output)*, meliputi setiap aktivitas atau kegiatan yang menghasilkan barang atau jasa, serta kegiatan lain yang mendukung atau menunjang usaha dalam pembuatan produk tersebut. Dalam arti sempit, pengertian produksi hanya dimaksud sebagai kegiatan yang menghasilkan barang baik barang jadi maupun barang setengah jadi , bahan industri dan suku cadang atau *spareparts* dan komponen (Assauri, 1998).

Rempeyek adalah sejenis jajanan kerupuk namun memiliki isian di atasnya berupa kacang-kacangan atau teri. Kacang-kacangan seperti kacang hijau dan kacang tanah dipilih untuk menjadi isian rempeyek supaya meningkatkan daya jual dan memenuhi kebutuhan nutrisi. Rempeyek merupakan jenis jajanan yang dapat dikonsumsi oleh semua kalangan baik menurut usia, status sosial maupun pendapatan dari hasil penjualan karena harga aneka rempeyek sangat terjangkau (ningsih dan puji, 2020).

2.2 Matriks dan Operasi Matriks

2.2.1 Pengertian Matriks

Matriks adalah suatu susunan bilangan yang berbentuk segi empat. Bilangan-bilangan dalam susunan itu disebut *entri* dalam matriks tersebut. Ukuran matriks diberikan oleh jumah baris (garis horizontal) dan kolom (garis vertikal) yang dikandungnya. Misalnya, matriks pertama dalam A mempunyai tiga baris dan dua kolom sehingga ukurannya adalah 3 kali 2. Dalam suatu uraian ukuran, angka pertama selalu menyatakan jumlah baris dan angka kedua menyatakan jumlah kolom. Sebuah matriks dengan hanya satu kolom disebut matriks kolom, dan sebuah matriks dengan hanya satu baris disebut matriks baris (Anton, 2010).

2.2.2 Operasi Matriks

a. Penjumlahan dan pengurangan matriks

Jika A dan B adalah matriks- matriks berukuran sama, maka jumlah $A + B$ adalah matriks yang diperoleh dengan menambahkan entri-entri B dengan entri-entri A yang berpadanan, dan selisih $A - B$ adalah matriks yang diperoleh dengan mengurangkan entri-entri A dengan entri-entri B yang berpadanan. Matriks-matriks berukuran berbeda tidak dapat ditambahkan atau dikurangkan.

Dalam notasi matriks, jika $A = [a_{ij}]$ dan $B = [b_{ij}]$ mempunyai ukuran yang sama, maka

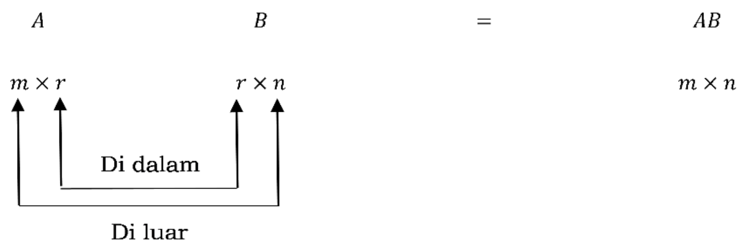
$$(A + B)_{ij} = (A)_{ij} + (B)_{ij} = a_{ij} + b_{ij} \quad \text{dan} \quad (A - B)_{ij} = (A)_{ij} - (B)_{ij} = a_{ij} - b_{ij}$$

(Anton, 2010).

b. Perkalikan matriks

Jika A adalah sebuah matriks $m \times r$ dan B adalah sebuah matriks $r \times n$, maka hasil kali AB adalah matriks $m \times n$ yang entri-entrinya didefinisikan untuk mencari entri-entri dalam baris i dan kolom j dari AB, pilih baris i dari matriks A dan kolom j dari matriks B, kemudian kalikan entri-entri yang berpadanan dari baris dan kolom secara bersama-sama dan kemudian jumlahkan hasil kalinya.

Perkalian matriks A dan B mensyaratkan bahwa banyak kolom pada matriks A sama dengan banyak baris pada matriks B untuk membentuk hasil kali AB. Jika syarat ini tidak terpenuhi, perkalian matriks A dengan matriks B tidak dapat dilakukan. Ilustrasi syarat perkalian matriks dapat dilihat pada Gambar 1 (Anton, 2010).



Gambar 1. Hasil perkalian dua matriks

c. Invers Matriks

Jika A merupakan matriks berordo $n \times m$, dan B merupakan matriks yang berordo $n \times m$, matriks A dan B berukuran sama dapat ditentukan sedemikian sehingga $AB = BA = I$, maka A disebut *non singular* dan matriks A merupakan invers dari matriks B atau B merupakan invers dari A.

Jika matriks A memiliki invers, maka inversnya akan dinyatakan dengan simbol A^{-1}. Jadi,

$$AB = BA = I$$
$$B = A^{-1}$$
$$A = B^{-1} \text{ dan}$$
$$AA^{-1} = A^{-1}A = I$$

dengan I adalah matriks identitas, yaitu matriks diagonal yang semua elemen pada diagonal utamanya adalah satu dan elemen yang lain adalah nol (Anton, 2010).

d. Determinan Matriks

Determinan matriks adalah nilai yang dapat dihitung dari unsur suatu matriks, determinan matriks hanya dapat diselesaikan pada matriks bujur sangkar (matriks kuadrad). Notasi determinan matriks A adalah:

$\text{Det}(A) = |A|$ atau $\text{Det}\, A = |A|$ (Ruminta, 2014).

2.3 *Linear programming*

Linear programming adalah model umum yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah alokasi optimal dari sumber daya yang terbatas. Masalah ini muncul ketika seseorang perlu menentukan ruang lingkup setiap kegiatan yang akan dilakukan, dimana setiap kegiatan membutuhkan sumber daya yang sama sementara jumlah yang tersedia terbatas. *Linear Programming* mencakup perencanaan kegiatan-kegiatan untuk mencapai suatu hasil yang optimal, yaitu suatu hasil yang mencerminkan tercapainya sasaran tertentu yang paling baik (menurut model matematis) diantara alternatif-alternatif yang mungkin, dengan menggunakan fungsi linier (Subagyo dkk., 1986).

Menurut Wijaya (2012), terdapat dua macam fungsi dalam *Linear Programming*, yaitu sebagai berikut:

1. Fungsi tujuan.

   Fungsi ini menggambarkan penggunaan sumber daya yang ada untuk mencapai apa yang diinginkan perusahaan. Fungsi tujuan digambarkan dalam bentuk maksimasi (misalnya untuk pendapatan dari hasil penjualan, penerimaan, produksi, dan lain-lain) atau dalam bentuk minimalisasi (misalnya untuk biaya), yang umumnya dilambangkan dalam notasi Z.

2. Fungsi kendala.

   Fungsi ini menjabarkan kendala-kendala yang dihadapi perusahaan dalam kaitannya dengan tercapainya tujuan tersebut. Pada kasus *Linear Programming* kendala yang dihadapi biasanya lebih dari satu kendala.

Menurut Mulyono (2004), setelah mengidentifikasi masalah dan tujuan, langkah selanjutnya adalah formulasi model matematik yang meliputi:

a. Tentukan variabel keputusan dan nyatakan dalam bentuk simbol matematika.

b. Membentuk fungsi tujuan yang ditunjukkan sebagai suatu hubungan linier dari variabel keputusan.

c. Menentukan semua kendala masalah tersebut dan mengekspresikannya dalam persamaan atau pertidaksamaan yang juga merupakan hubungan linier dari variabel keputusan yang mencerminkan keterbatasan sumber daya yang ada pada masalah tersebut.

Beberapa istilah berikut banyak digunakan dalam *Linear Programming* (Suyitno, 2014) meliputi:

a. Variabel keputusan *(decison variable)* yaitu kumpulan variabel yang akan ditentukan nilainya. Variabel keputusan biasanya diberi simbol u, v, w, x, y,… dan jika variabel yang digunakan cukup banyak, dapat menggunakan simbol $x_1, x_2, x_3, \dots$ $y_1, y_2, y_3, \dots$ dan sebagainya.
b. Nilai ruas kanan (*right hand side value)* merupakan nilai-nilai yang biasanya menunjukkan jumlah (kuantitas, kapasitas) ketersediaan sumber daya untuk dimanfaatkan sepenuhnya. Simbol yang digunakan biasanya adalah b_i, dimana i menyatakan banyaknya kendala.
c. Variabel tambahan (*slack variable* atau *surplus variable*) merupakan variabel yang menyatakan penyimpangan positif atau negatif dari nilai ruas kanan. Variabel tambahan dalam *Linear Programming* biasanya diberi simbol $S_1, S_2, \dots$
d. Koefisien teknis yang biasanya diberi simbol a_{ij}, menyatakan setiap unit penggunaan b_i dari setiap variabel x_j.
e. Z merupakan nilai fungsi tujuan yang nilainya belum diketahui dan yang akan dicari nilai optimumnya. Nilai ini dibuat sebesar mungkin untuk masalah maksimum dan dibuat sekecil mungkin untuk masalah minimum. Fungsi tujuan merupakan pernyataan matematika yang menyatakan hubungan Z dengan jumlah perkalian semua koefisien fungsi tujuan.
f. Koefisien fungsi tujuan (koefisien kontribusi) merupakan nilai yang menyatakan kontribusi per-unit kepada Z untuk setiap x_j dengan simbol c_j .

Menurut Rahmi & Suryani (2018), secara matematis *Linear Programming* merupakan bagian matematika terapan dengan model matematika yang terdiri dari persamaaan-persamaan atau pertidaksamaan linier untuk memecahkan berbagai persoalan. Suatu persoalan dapat dikatakan persoalan linear programming, jika memenuhi ketentuan-ketentuan sebagai berikut:

1. Tujuan (objektif) persoalan yang akan dicapai harus dapat dinyatakan dalam bentuk fungsi linier. Fungsi ini disebut fungsi tujuan *(objective function).*
2. Harus ada alternatif pemecahan. Pemecahan yang membuat nilai fungsi tujuan optimum (pendapatan dari hasil penjualan yang maksimum, biaya yang minimum dan lainnya) yang harus dipilih.
3. Sumber-sumber yang tersedia dalam jumlah terbatas (bahan baku tebatas, ruangan untuk menyimpan barang terbatas dan lainnya). Pembatasan-pembatasan tersebut harus dinyatakan dalam bentuk pertidaksamaan linier *(linear inequality).*

Model matematika adalah suatu hasil interpretasi manusia dari suatu kenyataan yang dinyatakan dalam bentuk notasi-notasi matematika sehingga dapat diselesaikan secara sistematis. Oleh karena itu, dalam menggambarkan suatu masalah yang dihadapi, *Linear Programming* menggunakan model matematika. Secara umum model matematika *Linear Programming* untuk kondisi maksimasi dan minimasi terdapat perbedaan pada kendala. Pada kasus maksimasi kendalanya berupa pertidaksamaan ≤, sedangkan pada kasus minimasi kendalanya berupa pertidaksamaan ≥ (Rangkuti, 2019).

Model *Linear Programming* adalah mengenai memilih nilai untuk variabel-variabel keputusan. Bentuk umum dari model matematika yang mempresentasikan masalah *linear programming* sebagai berikut (Khan dkk, 2019):

Maksimumkan atau minimumkan:

$$Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \cdots + c_nx_n \tag{2.1}$$

Dengan batasan (kendala):

$$\begin{aligned} &a_{11}x_1 + a_{12}x_1 + \cdots + a_{1n}x_n (\leq = \geq) b_1 \\ &a_{21}x_1 + a_{21}x_1 + \cdots + a_{2n}x_n (\leq = \geq) b_2 \\ &\vdots \\ &a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \cdots + a_{mn}x_n (\leq = \geq) b_m \end{aligned} \tag{2.2}$$

Pembatas non negatif

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots , x_n \geq 0 \tag{2.3}$$

Keterangan:

Z	=	Fungsi tujuan yang harus dicari nilai optimalnya (maksimal atau minimal)
c_n	=	kenaikan nilai Z apabila ada penambahan tingkat kegiatan x_n
n	=	macam kegiatan yang menggunakan sumber atau fasilitas yang tersedia
x_n	=	tingkat kegiatan ke$-n$
a_{mn}	=	banyaknya sumber m yang diperlukan untuk menghasilkan setiap kegiatan n
b_m	=	besarnya kendala yang tersedia untuk dialokasikan ke unit kegiatan ke$-m$

2.4 Asumsi-Asumsi dasar *Linear programming*

Asumsi-asumsi pada *linear programming* agar dapat mengevaluasi lebih mudah sejauh mana *linear programming* dapat diterapkan untuk menyelesaikan masalah-masalah yang ada.

Menurut Subagyo dkk., (1986) ada empat asumsi dalam *Linear Programming*. Asumsi-asumsi tersebut adalah:

a. Proporsionalitas *(Proportionality)*

   Asumsi ini berarti bahwa naik atau turunnya nilai Z dan penggunaan fasilitas atau sumber yang tersedia akan berubah sebanding *(proportional)* dengan perubahan pada tingkat kegiatan.

b. Aditivitas *(Addivity)*

   Asumsi ini berarti bahwa nilai tujuan pada setiap kegiatan tidak saling mempengaruhi, atau dalam *Linear Programming* dianggap bahwa kenaikan dari nilai Z yang diakibatkan oleh kenaikan dari nilai suatu kegiatan dapat ditambahkan tanpa mempengaruhi bagian nilai Z yang diperoleh dari kegiatan lain.

c. Divisibilitas *(Divisibility)*

   Asumsi ini berarti bahwa keluaran *(output)* yang dihasilkan pada setiap kegiatan dapat dalam bentuk bilangan pecahan. Begitu pula dengan nilai Z yang dihasilkan.

d. Deterministik *(Deterministic)*

   Asumsi ini berarti bahwa semua parameter dalam model *Linear Programming* adalah tetap dan ditentukan secara pasti.

2.5 Metode Simpleks

Metode Simpleks diperkenalkan oleh George B. Dantzig pada tahun 1947. metode ini digunakan untuk menyelesaikan masalah *Linear Programming* dengan banyak variabel. Metode Simpleks adalah suatu prosedur aljabar yang melalui serangkaian operasi yang berulang (Edward, 1980). Metode ini dapat memecahkan masalah *Linear Programming* yang terdiri dari 2 variabel atau lebih. Kelebihan pada metode ini yaitu mampu menyelesaikan persoalan *Linear Programming* yang memiliki lebih dari dua variabel keputusan berbeda dengan Metode Grafik yang hanya dapat menyelesaikan *Linear Programming* dengan dua variabel keputusan saja. Metode ini menggunakan pendekatan tabel yang dinamakan tabel simpleks. Proses penyelesaian untuk mendapatkan hasil yang optimal dengan megubah-ubah tabel simpleks sampai diperoleh hasil positif pada setiap elemen nilai di baris $C_j - Z_j$.

Secara umum, bentuk standar dari Metode Simpleks adalah: Memaksimumkan:

$$Z - c_1x_1 - c_2x_2 - \cdots - c_nx_n - 0s_1 - 0s_2 - \cdots - 0s_n = 0 \tag{2.4}$$

Kendala :

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \cdots a_{1n}x_n + s_1 + 0s_2 + \cdots + 0s_n &= b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \cdots a_{2n}x_n + 0s_1 + s_2 + \cdots + 0s_n &= b_2 \\ &\vdots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \cdots a_{mn}x_n + 0s_1 + 0s_2 + \cdots + 0s_n &= b_m \end{aligned} \tag{2.5}$$

Metode simpleks memecahkan persoalan *Linear Programming* dengan cara memperoleh suatu pemecahan yang fisibel (bentuk standar) dengan prosedur yang diulang-ulang, menyempurnakan pemecahan solusi sampai diperoleh suatu pemecahan optimal (Indriati, 2019).

Beberapa ketentuan yang harus diperhatikan, antara lain (Parinduri & Syafwan, 2016):

1. Nilai kanan (NK/RHS) fungsi tujuan harus nol (0).
2. Nilai kanan kendala harus positif. Jika negatif, nilai tersebut harus dikalikan dengan -1
3. Kendala dengan tanda " $\leq$ " harus diubah ke bentuk " $=$ " dengan menambahkan variabel slack/surplus. Variabel slack/surplus adalah variabel dasar.
4. Kendala dengan tanda " $\geq$ " diubah ke bentuk " $=$ " dengan mengurangkan dengan *variabel slack* (S) dan menambahkan dengan variabel buatan (*artificial* variable/A).
5. Kendala dengan tanda " $=$ " harus ditambah variabel buatan (A).

Terdapat 12 (dua belas) langkah-langkah yang dapat dilakukan dalam penyelesaian masalah *Linear Programming* menggunakan Metode simpleks yaitu:

1. Mengidentifikasi variabel keputusan dan memformulasikan dalam simbol matematika.
2. Mengidentifikasi tujuan yang ingin dicapai dan kendala-kendala yang terjadi.
3. Memformulasikan tujuan dan kendala ke dalam fungsi model matematika.
4. Mengubah pertidaksamaan " $\leq$ " pada kendala menjadi " $=$ " dengan menambahkan *variabel slack* (S).
5. Memasukkan data pada fungsi tujuan dan kendala-kendala yang telah diubah tersebut ke dalam tabel simpleks, sebagaimana yang diilustrasikan pada tabel 1 (merupakan ilustrasi untuk *Linear Programming* yang mengandung 3 variabel dan 3 kendala).

Tabel 1. Ilustrasi untuk PL Metode simpleks 3 variabel dan 3 kendala

kd	Variabel dasar	z	c_1	c_2	c_3	**0**	**0**	**0**	indeks
		b_j	x_1	x_2	x_3	S_1	S_2	S_3	
0	S_1	b_1	a_{11}	a_{12}	a_{31}	1	0	0	-
0	S_2	b_2	a_{21}	a_{22}	a_{32}	0	1	1	-
0	S_3	b_3	a_{31}	a_{32}	a_{33}	0	0	1	-
-	C_j	$\sum kd_i b_{ji}$	$\sum kd_i x_{j_1}$	$\sum kd_i x_{j_2}$	$\sum kd_i x_{j_3}$	$\sum kd_i x_{j_4}$	$\sum kd_i x_{j_5}$	$\sum kd_i x_{j_6}$	
-	$(C_j - Z_j)$	$\sum kd_i b_{ji}$	$\sum kd_i x_{j_1} - Z_1$	$\sum kd_i x_{j_2} - Z_2$	$\sum kd_i x_{j_3} - Z_3$	$\sum kd_i x_{j_4} - Z_4$	$\sum kd_i x_{j_5} - Z_5$	$\sum kd_i x_{j_6} - Z_6$	

Keterangan :

$$\sum kd_i x_{j_1} \text{ berarti } kd_1 a_{11} + kd_2 a_{21} + kd_3 a_{31}$$

$$\sum kd_i x_6 \text{ berarti } kd_1 a_{16} + kd_2 a_{26} + kd_3 a_{36}$$

Kemudian menentukan nilai C_j, yaitu angka dari masing-masing kolom yang akan dicari, dikalikan dengan koefisien dasar (kd) dan mencari nilai $(C_j - Z_j)$.

6. Menentukan kolom kunci yaitu dari kolom yang memiliki nilai negatif terbesar pada $(C_j - Z_j)$.
7. Mencari baris kunci yaitu dari nilai positif terkecil pada indeks. Nilai indeks adalah nilai b_j pada masing-masing baris dibagi dengan angka pada kolom kunci di masing-masing baris.
8. Mencari angka kunci yaitu nilai dari pertemuan antara kolom kunci dan baris kunci.
9. Mengubah variabel keputusan pada baris kunci dengan variabel keputusan pada kolom kunci dan kemudian mengubah seluruh elemen pada baris kunci dengan cara membagi seluruh elemen tersebut dengan angka kunci.
10. Mengubah nilai-nilai pada baris lain (selain baris kunci) dengan menggunakan pendekatan nilai baris yang baru adalah nilai-nilai pada baris yang lama dikurangi nilai-nilai pada baris kunci yang baru yang telah dikalikan dengan koefisien kolom kunci pada baris awal tersebut.
11. Memastikan seluruh elemen pada baris $(C_j - Z_j)$ tidak ada yang bernilai negatif, apabila masih terdapat nilai negatif maka diulangi melalui langkah ke enam dan seterusnya.
12. Apabila seluruh elemen pada baris $(C_j - Z_j)$ tidak ada yang bernilai negatif maka proses eksekusi telah selesai, nilai Z optimum dan besarnya variabel keputusan berada pada kolom tersebut Z_j dan b_j. (Wijaya, 2013).

2.6 Metode *Big M*

Dalam beberapa permasalahan yang diwujudkan dalam bentuk kendala, sering ditemukan pertidaksamaan yang tidak hanya menggunakan (≤), akan tetapi sering dijumpai beberapa kendala dengan pertidaksamaan (≥) atau (=). Kendala dengan tanda (≥) hanya memiliki *surplus variabel* dan tidak memiliki *slack variabel*. Begitu pula dengan kendala (=) yang bahkan tidak memiliki *surplus* atau *slack variabel*. *Surplus variabel* tidak dapat digunakan sebagai variabel basis awal, dengan demikian harus ditambahkan lagi satu variabel baru yang dapat berfungsi sebagai variabel basis awal. Variabel yang bisa menjadi variabel basis awal hanya *slack variabel* dan *artificial variabel*. Dengan penambahan *artificial variabel* ini maka penyelesaian selanjutnya adalah dengan Metode *Big M*. pada Metode *Big M* ini *artificial variabel* diberikan suatu penalti dengan bilangan yang besar sekali pada fungsi tujuan. Metode simpleks kemudian mencoba untuk memperbaiki fungsi tujuan dengan cara membuat *artificial variabel* tidak layak lagi untuk dipertahankan sebagai variabel basis dengan nilai yang positif disetiap iterasinya. Fungsi tujuan dalam Metode *Big M* sendiri dibagi menjadi dua yaitu fungsi minimasi dan fungsi maksimasi.

Perbedaan keduanya adalah pada fungsi tujuan, minimasi akan ada penambahan sejumlah M koefisien pada *artifial* variabelnya. Sedangkan, pada fungsi tujuan maksimasi akan ada penambahan sejumlah –M koefisien pada *artifial* variabel nya (Muslich, 2010).

Menurut Muslich (2010), adapun Beberapa tahap penyelesaian dengan Metode *Big M* adalah sebagai berikut:

1. Formulasikan masalah

   Memformulasikan masalah ke dalam soal *linear programming* adalah langkah awal. Menentukan fungsi tujuan dan kendala dari permasalahan maka akan mudah untuk selanjutnya menentukan variabel basis maupun non basisnya.

2. Pembuatan tabel awal

   Ada dua yang perlu di perhatikan pada persoalan *linear programming*. Pertama, perubahan fungsi tujuan dan kendala dengan menambahkan *variabel slack* atau variabel *artifial*. Kedua, menyusun tabel penyelesaian. Untuk model maksimisasi, tambahan variabel buatan diberikan koefisien dengan laba Rp -M yang bernilai sangat besar. Sedangkan untuk model minimisasi, tambahan variabel buatannya diberikan koefisien biaya Rp M yang juga bernilai besar.

3. Penentuan kolom kunci

    Menentukan kolom kunci di akukan dengan melihat baris $Cj - Zj$. Untuk model minimasi, variabel yang dipilih dilihat dari positif $Cj - Zj$ yang terbesar. Adapun untuk model maksimasi, variabel yang dipilih dilihat dari negatif $Cj - Zj$ yang terbesar.

4. Penetuan baris kunci

    Menentukan baris kunci dilakukan dengan cara membagi nilai kuantitas dengan koefisien yang sebaris dengan baris pada kolom kunci. Variabel baris yang akan diganti dan tentukan oleh hasil pembagian positif terkecil.

5. Perhitungan koefisien baru untuk variabel yang masuk

    Menentukan koefisien baru untuk variabel yang masuk dengan menggunakan koefisien elemen perpotongan terpilih. Sehingga menghasilkan koefisien baris baru.

6. Revisi koefisen baris lainnya

    Langkah selanjutnya adalah merevisi koefisien baris-baris kendala yang lain dengan menggunakan metode pivot atau metode subtitusi. Pada tahap ini, dengan menggunakan koefisien baris baru terpilih pada tahap 5. Kemudian digunakan untuk mencari koefisien baris baru pada kendala-kendala yang lain.

7. Menyusun tabel jawaban

    Susunlah tabel jawaban berdasarkan koefisien-koefisien yang dihitung pada tahap ke-5 dan ke-6.

8. Periksa tabel jawaban

    Memeriksa tabel jawaban diperlukan untuk mengetahui apakah jawaban telah optimal. Jika peningkatan Z masih dapat dilakukan, ulangi prosedur di atas dimulai dari tahap ke-3 (muslich, 2010).

2.7 Analisis Sensitivitas

jika suatu persoalan *linear programming* telah diselesaikan dan menghasilkan solusi optimal, maka belum berarti persoalan tersebut sudah terselesaikan sepenuhnya. Masih ada kemungkinan-kemungkinan yang bisa terjadi sebagai akibat dari perubahan-perubahan pada bagian tertentu. Karena suatu perubahan pasti akan berpengaruh pada hasil optimal yang didapat. Untuk mengatasi perubahan tersebut maka diperlukan analisis tambahan yang disebut analisis sensitivitas *(sensitivity analysis)***.** Analisis ini digunakan tanpa harus mengulang proses iterasi dari awal, akan tetapi menggunakan data dari tabel simpleks optimum (Wijaya, 2013). Selain itu analisis sensitivitas dilakukan guna menghindari pengulangan perhitungan dari awal, jika terjadi perubahan-perubahan pada masalah *linear programming*. Terdapat beberapa perubahan yang mungkin terjadi yang dapat dijawab melalui analisis sensitivitas, yaitu:

1. Perubahan pada koefisien fungsi tujuan, baik pada koefisien dasar (basis) atau bukan dasar (non-basis).

   Perubahan koefisien fungsi tujuan variabel basis artinya mengubah C_{BV} (matriks baris untuk koefisien variabel basis) sehingga beberapa koefisien pada baris Z tabel optimal akan berubah.

   Misalkan himpunan variabel keputusan dari suatu model LP adalah $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ dan himpunan *slack variable* $S = \{s_1, s_2, \dots, s_m\}$. Misalkan variabel basis pada tabel optimal adalah $BV = \{t_1, t_2, .., t_p\}$ dengan t_i (untuk $i = 1,2, \dots, p$) bisa jadi berasal dari variabel keputusan ataupun *slack variable.* Misalkan juga c_{BV} merupakan koefisien dari variabel basis pada fungsi tujuan pada bentuk standar dari model LP, yaitu $c_{BV} = [d_1 \quad d_2 \quad \dots \quad d_k \quad \dots \quad d_p]$, dengan d_i merupakan koefisien dari $t_i \in BV$ secara berturut-turut. Selanjutnya misalkan variabel nonbasis pada tabel optimal adalah $NBV = \{u_1, u_2, \dots, u_q\}$ dengan u_j (untuk $j = 1,2, .., q$) bisa jadi berasal dari variabel keputusan ataupun *slack variable.*

   Asumsikan salah satu koefisien dari variabel keputusan (yang menjadi variabel basis pada tabel optimal) pada fungsi tujuan dibentuk standar LP berubah dari d_k menjadi $d_k + h$ (dengan k adalah salah satu diantara $i = 1, 2, \dots, p$), maka c_{BV} awal akan berubah menjadi c_{BV}' yaitu

   $$c'_{BV} = [d_1 \quad d_2 \quad \dots \quad d_k + h \quad \dots \quad d_n].$$

   Jika BV diharapkan tidak berubah atau titik optimal yang sudah diperoleh diharapkan tidak berubah, maka koefisien dari variabel-variabel nonbasis pada baris Z (pada tabel optimal) harus bernilai *nonnegatif* supaya tidak menjadi *entering variable.* Oleh karena itu koefisien-koefisien dari masing-masing variabel nonbasis $u_j \in NBV$ pada keadaan tabel optimal harus memenuhi kondisi

   $$c'_{BV} B^{-1} a_j - d_j \geq 0 \qquad (2.6)$$

   dengan

c'_{BV}	=	$[d_1 \quad d_2 \quad \dots \quad d_k + h \quad \dots \quad d_p]$ berukuran $1 \times p$
B	=	matriks persegi berukuran $p \times p$ yang entrinya adalah koefisien dari variabel basis pada kendala
a_j	=	matriks kolom berukuran $p \times 1$ yang entrinya adalah koefisien dari variabel nonbasis u_j pada kendala

d_j = koefisien dari variabel nonbasis u_j pada fungsi tujuan pada bentuk standar dari model LP

Hasil dari pertidaksamaan (2.6) akan menyajikan kesimpulan terkait interval untuk nilai $d_k + h$ sedemikian sehingga BV atau titik optimal tidak mengalami perubahan.

2. Perubahan pada ruas kanan kendala (b)

Misalkan suatu model LP memiliki m buah kendala dan $\boldsymbol{b}$ menyatakan matriks kolom berukuran $m \times 1$ yang entrinya adalah kapasitas/ketersediaan bahan baku atau ruas kanan pada kendala, yaitu:

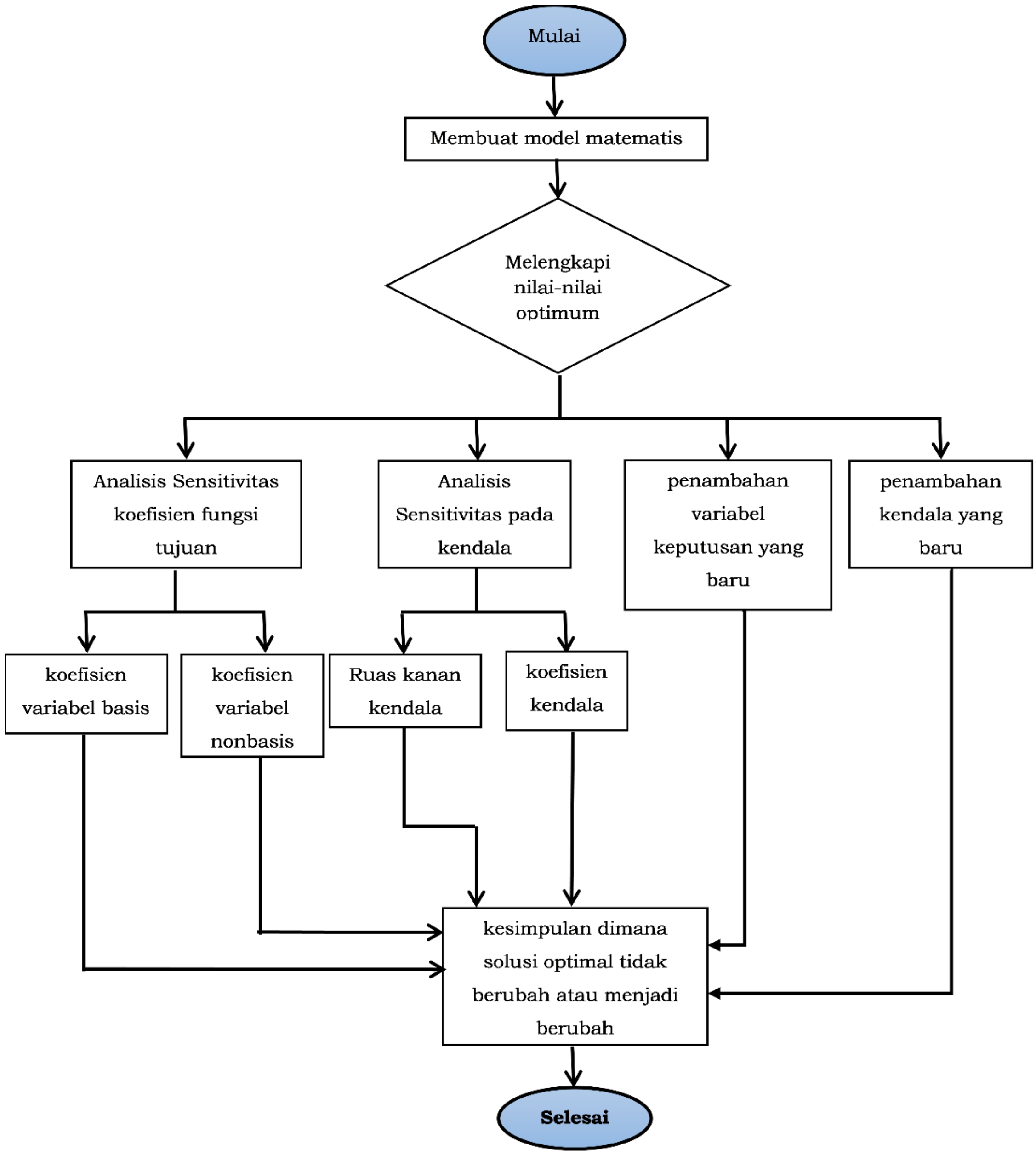
$$\boldsymbol{b} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_k \\ \dots \\ b_m \end{bmatrix}$$

Perubahan ruas kanan kendala berarti berhubungan dengan perubahan kapasitas ketersediaan sumber bahan baku. Perubahan pada ruas kanan kendala (b) dapat menyebabkan perubahan pada nilai optimal dari masing-masing variabel basis (titik optimal) dan juga perubahan pada solusi optimal (z optimal). Selain itu, jika perubahan pada ruas kanan kendala menyebabkan paling sedikit satu nilai pada ruas kanan pada tabel optimal menjadi bernilai negatif, maka solusi menjadi tidak *feasible* dan tidak optimal. Asumsikan ruas kanan kendala ke-k berubah dari b_k menjadi $b_k + h$ sehingga matriks $\boldsymbol{b}$ berubah menjadi $\boldsymbol{b}'$, yaitu

$$\boldsymbol{b}' = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_k + h \\ \dots \\ b_m \end{bmatrix}$$

Supaya diperoleh solusi yang *feasible* dan optimal, serta supaya BV tidak berubah, maka semua nilai dari variabel basis harus bernilai nonnegatif atau memenuhi kondisi bahwa setiap entri dalam matriks $B^{-1}\boldsymbol{b}'$ bernilai nonnegatif. Namun demikian, walaupun tidak terjadi perubahan BV ketika salah satu nilai ruas kanan kendala berubah, hal ini akan selalu menyebabkan titik optimal (nilai variabel basis) dan solusi optimal (z optimal) berubah (A. Taha, 2017).

Contoh sederhana dari analisis sensitivitas disajikan pada Lampiran 4.



Gambar 2. Alur Analisis Sensitivitas

(Sumber : Wijaya, 2012)

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di UMKM rempeyek Ilham yang beralamat di Jln. M. Yamin, lrg. Teladan, RT. 31, RW No. 58, Payo Lebar, Kec. Jelutung, Kota Jambi, Jambi 36124 dan waktu penelitian dilakukan pada tanggal 1-30 Mei 2022.

3.2 Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini untuk pengoptimalan produksi rempeyek selama satu hari adalah :

1. Data komposisi bahan baku;
2. Data maksimum persediaan bahan baku untuk setiap jenis rempeyek;
3. Data harga jual untuk setiap jenis produk rempeyek;
4. Data batasan banyaknya produksi rempeyek.

3.3 Metodologi Penelitian

Langkah-langkah dalam penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi masalah.
2. Pengumpulan data

   Data yang digunakan berupa data kuantitatif yang terdiri dari data ketersediaan sumber daya bahan baku, data batasan produksi dan data pendapatan dari hasil penjualan produksi.
3. Membentuk formulasi model

   Adapun membentuk formulasi model meliputi menentukan variabel keputusan, menentukan fungsi tujuan, dan menentukan kendala. variabel keputusan pada penelitian ini adalah sebagai berikut, yang masing-masing satuannya adalah kilogram (kg) :

   x_1 = banyaknya rempeyek teri yang diproduksi dalam satu hari.

   x_2 = banyaknya rempeyek kacang tanah yang diproduksi dalam satu hari.

   x_3 = banyaknya rempeyek jagung yang diproduksi dalam satu hari.

   x_4 = banyaknya rempeyek sawi yang diproduksi dalam satu hari.

   x_5 = banyaknya rempeyek udang yang diproduksi dalam satu hari.

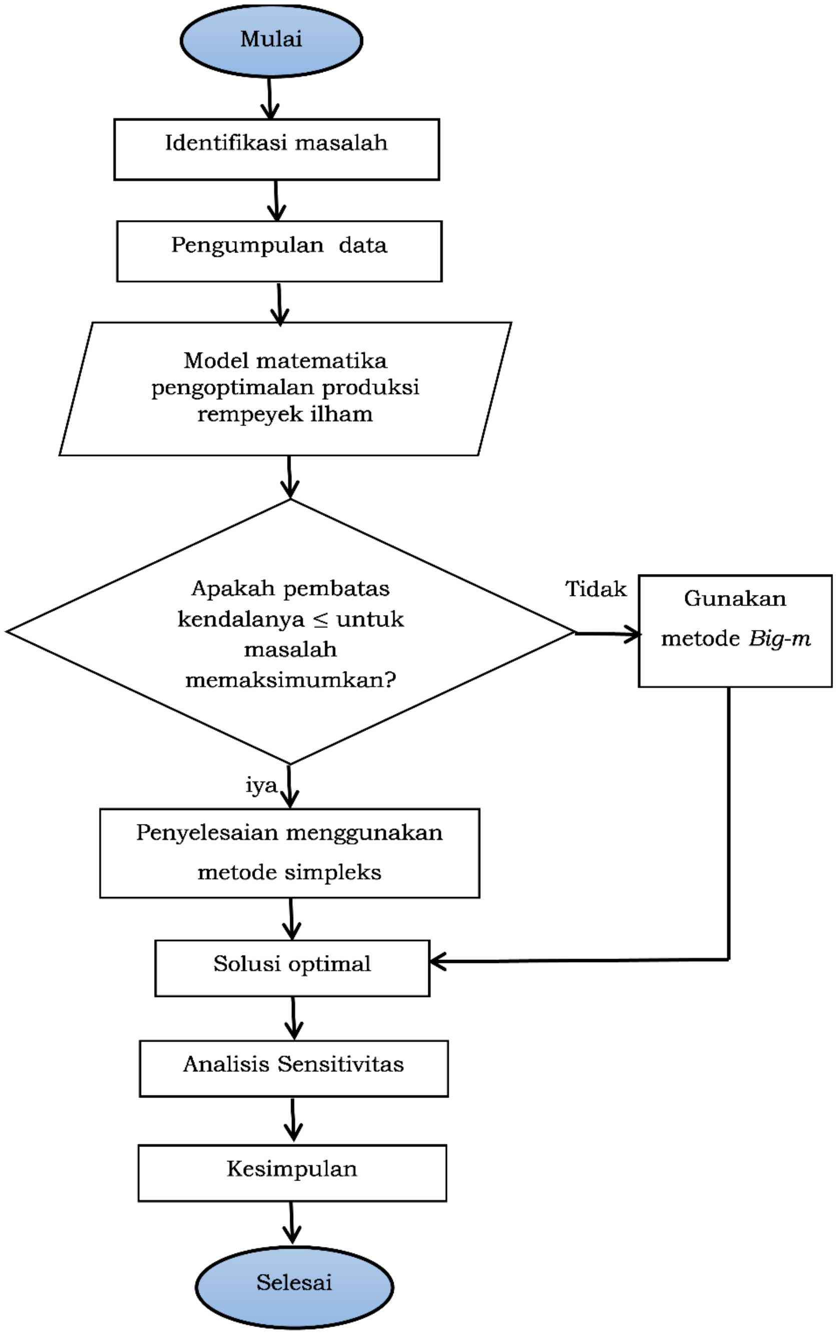
   x_6 = banyaknya rempeyek kedelai yang diproduksi dalam satu hari.
4. Membentuk model kanonik untuk kendala dan fungsi tujuan.
5. Jika fungsi-fungsi *Linear Programming* dalam bentuk baku (standar) maka penyelesaian banyaknya produksi rempeyek untuk mendapatkan pendapatan dari hasil penjualan yang optimal dapat diselesaikan dengan Metode simpleks. Namun, jika fungsi-fungsi *Linear Programming* dalam bentuk tidak baku (standar) maka penyelesaian banyaknya produksi rempeyek untuk

mendapatkan hasil penjualan yang optimal dapat diselesaikan dengan Metode *big-M*.

6. Selanjutnya, dilakukan penyelesaian dengan Metode *big-M* dan didapatlah hasil optimal dari produksi Rempeyek.
7. Kemudian dilakukan analisis Sensitivitas.

3.4 Diagram Alur Penelitian

Diagram alur penelitian Mempermudahkan dalam menganalisis Metode penelitian yang akan digunakan, alur penelitian ini disusun dalam bentuk diagram alir (*Flowchart)* sebagai berikut:



Gambar 3. Diagram Alur Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Pengumpulan Data

Peneliti telah melakukan penelitian di UMKM Rempeyek Ilham yang terletak di Jln. M. Yamin, lrg. Teladan, RT. 31, RW No. 58, Payo Lebar, Kec. Jelutung, Kota Jambi. Rempeyek Ilham memproduksi 6 jenis rempeyek yaitu rempeyek teri, kacang tanah, jagung, sawi, udang dan kedelai.

Gambar 4. Rempeyek teri

Gambar 5. Rempeyek Udang

Gambar 6. Rempeyek Kacang Tanah

Gambar 7. Rempeyek sawi

Gambar 8. Rempeyek kedelai

Gambar 9. Rempeyek Jagung

Data yang diperoleh pada penelitian ini adalah pendapatan dari hasil penjualan perkilogram rempeyek, bahan baku pembuatan Rempeyek dan banyaknya penjualan rempeyek. Bahan baku yang terbatas menjadi kendala dalam penentuan banyaknya produksi yang optimal. Data tersebut digunakan untuk penentuan variabel keputusan, fungsi tujuan serta kendala dalam penyelesaian masalah menggunakan Metode *Big M*.

1. Menentukan variabel keputusan dari UMKM Rempeyek Ilham.

   Variabel keputusan pada penelitian ini disajikan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Variabel Keputusan dari Rempeyek Ilham

Variabel Keputusan	Definisi	Satuan
x_1	Banyaknya rempeyek ilham varian teri yang diproduksi	
x_2	Banyaknya rempeyek ilham varian kacang tanah yang diproduksi	
x_3	Banyaknya rempeyek ilham varian jagung yang diproduksi	Kilogram(kg)
x_4	Banyaknya rempeyek ilham varian sawi yang diproduksi	
x_5	Banyaknya rempeyek ilham varian udang yang diproduksi	
x_6	Banyaknya rempeyek ilham varian kedelai yang diproduksi	

2. Menentukan fungsi tujuan

   Fungsi tujuan dari masalah ini adalah memaksimumkan pendapatan dari hasil penjualan rempeyek diformulasi dengan $C_i x_i$ dimana C_i= harga jual rempeyek jenis ke-i dan x_i=banyaknya produksi rempeyek dari jenis ke-i.

Tabel 3. Fungsi Tujuan dari Rempeyek Ilham

Jenis Rempeyek	Variabel Keputusan	Harga jual/kg
Teri	x_1	Rp85.000
Kacang Tanah	x_2	Rp85.000
sawi	x_3	Rp85.000
Jagung	x_4	Rp85.000
Udang	x_5	Rp85.000
Kedelai	x_6	Rp85.000

Dari **Tabel 3**, maka dapat dirumuskan fungsi tujuan untuk memaksimumkan hasil penjualan dari produksi Rempeyek adalah:

$$\text{Maksimumkan} \quad Z = 85.000\, x_1 + 85.000\, x_2 + 85.000\, x_3 + 85.000\, x_4 + 85.000\, x_5 + 85.000\, x_6 \tag{4.1}$$

3. Menentukan fungsi kendala.

   Kendala dalam masalah penelitian ini adalah keterbatasan sumber daya bahan baku dan target banyaknya produksi rempeyek selama satu hari.

   a. Keterbatasan sumber daya bahan baku selama satu hari

      Adapun kendala dari keterbatasan sumber daya bahan baku produksi pada UMKM Rempeyek Ilham dapat dilihat pada **Tabel 4** berikut:

Tabel 4. Keterbatasan sumber daya bahan baku produksi

Bahan baku	Jenis Rempeyek (kg)						Ketersediaan/ kapasitas (kg)
	teri (x_1)	Kacang Tanah (x_2)	Jagung (x_3)	Sawi (x_4)	Udang (x_5)	Kedelai (x_6)	
Tepung beras	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	70
garam	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	3
Minyak sayur	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	25
Daun jeruk	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	10
Bawang putih	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	20
Rempah-rempah	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	20
Teri	0,2	-	-	-	-	-	5
Kacang tanah	-	0,25	-	-	-	-	8
Jagung	-	-	0,5	-	-	-	8
Sawi	-	-	-	0,25	-	-	5
Udang	-	-	-	-	0,2	-	24
kedelai	-	-	-	-	-	0,25	1

Berdasarkan **Tabel 4** maka dapat diuraikan kendala pada penelitian ini sebagai berikut :

1) Persediaan Tepung beras putih

   Tepung beras yang digunakan untuk setiap pembuatan dari masing-masing jenis varian rempeyek adalah 0,8 kilogram/kg. Dengan kapasitas persediaan 70 kilogram/hari. Sehingga dari data persediaan tersebut dapat dibentuk formulasi kendala sebagai berikut:

   $$0{,}8x_1 + 0{,}8x_2 + 0{,}8x_3 + 0{,}8x_4 + 0{,}8x_5 + 0{,}8x_6 \leq 70 \qquad (4.2)$$

2) Persediaan garam

   Garam yang digunakan untuk setiap pembuatan dari varian rempeyek teri dan udang adalah 0,02 kilogram/bungkus sedangkan untuk varian rempeyek yang lain adalah 0,03 kilogram/bungkus (kg). Dengan kapasitas persediaan 3 kilogram/hari. Sehingga dari data persediaan tersebut dapat dibentuk formulasi kendala sebagai berikut:

   $$0{,}02x_1 + 0{,}03x_2 + 0{,}03x_3 + 0{,}03x_4 + 0{,}02x_5 + 0{,}03x_6 \leq 3 \qquad (4.3)$$

3) Persediaan minyak sayur

   Minyak sayur yang digunakan untuk setiap penggorengan rempeyek dari masing-masing jenis varian adalah 0,3 kilogram/bungkus (kg). Dengan kapasitas persediaan 40 kilogram/hari. Sehingga dari data persediaan tersebut dapat dibentuk formulasi kendala sebagai berikut:

   $$0{,}3x_1 + 0{,}3x_2 + 0{,}3x_3 + 0{,}3x_4 + 0{,}3x_5 + 0{,}3x_6 \leq 25 \qquad (4.4)$$

4) Persediaan daun jeruk

   Daun jeruk yang digunakan untuk setiap pembuatan dari masing-masing jenis varian rempeyek adalah 0,1 kilogram/bungkus (kg). Dengan kapasitas persediaan 10 kilogram/hari. Sehingga dari data persediaan tersebut dapat dibentuk formulasi kendala sebagai berikut:

   $$0{,}1x_1 + 0{,}1x_2 + 0{,}1x_3 + 0{,}1x_4 + 0{,}1x_5 + 0{,}1x_6 \leq 10 \qquad (4.5)$$

5) Persediaan Bawang putih

   Bawang putih yang digunakan untuk setiap pembuatan dari masing-masing jenis varian rempeyek adalah 0,25 kilogram/ bungkus (kg). Dengan kapasitas persediaan 20 kilogram/hari. Sehingga dari data persediaan tersebut dapat dibentuk formulasi kendala sebagai berikut:

   $$0{,}25x_1 + 0{,}25x_2 + 0{,}25x_3 + 0{,}25x_4 + 0{,}25x_5 + 0{,}25x_6 \leq 20 \qquad (4.6)$$

6) Persediaan rempah-rempah pilihan

Rempah-rempah pilihan yang digunakan untuk setiap pembuatan dari masing-masing jenis varian rempeyek adalah 0,25 kilogram/bungkus (kg). Dengan kapasitas persediaan 20 kilogram/hari. Sehingga dari data persediaan tersebut dapat dibentuk formulasi kendala sebagai berikut:

$$0{,}25x_1 + 0{,}25x_2 + 0{,}25x_3 + 0{,}25x_4 + 0{,}25x_5 + 0{,}25x_6 \leq 20 \qquad (4.7)$$

7) Persediaan teri

Teri yang digunakan untuk isian dari varian teri adalah 0,2 kilogram/bungkus (kg). Dengan kapasitas persediaan 5 kilogram/hari. Sehingga dari data persediaan tersebut dapat dibentuk formulasi kendala sebagai berikut:

$$0{,}2x_1 \leq 5 \qquad (4.8)$$

8) Persediaan kacang tanah

Kacang tanah yang digunakan untuk isian dari varian rempeyek kacang tanah adalah 0,25 kilogram/bungkus (kg). Dengan kapasitas persediaan 8 kilogram/hari. Sehingga dari data persediaan tersebut dapat dibentuk formulasi kendala sebagai berikut:

$$0{,}25x_2 \leq 8 \qquad (4.9)$$

9) Persediaan jagung

Jagung yang digunakan untuk isian dari varian rempeyek jagung adalah 0,5 kilogram/bungkus (kg). Dengan kapasitas persediaan 8 kilogram/hari. Sehingga dari data persediaan tersebut dapat dibentuk formulasi kendala sebagai berikut:

$$0{,}5x_3 \leq 8 \qquad (4.10)$$

10) Persediaan sawi

Sawi yang digunakan untuk isian dari varian rempeyek sawi adalah 0,25 kilogram/bungkus (kg). Dengan kapasitas persediaan 5 kilogram/hari. Sehingga dari data persediaan tersebut dapat dibentuk formulasi kendala sebagai berikut:

$$0{,}25x_4 \leq 5 \qquad (4.11)$$

11) Persediaan udang

Udang yang digunakan untuk isian dari varian rempeyek jagung adalah 0,2 kilogram/bungkus (kg). Dengan kapasitas persediaan 4 kilogram/hari. Sehingga dari data persediaan tersebut dapat dibentuk formulasi kendala sebagai berikut:

$$0{,}2x_5 \leq 4 \qquad (4.12)$$

12) Persediaan kedelai

Kedelai yang digunakan untuk isian rempeyek varian kedelai adalah 0,25 kilogram/bungkus (kg). Dengan kapasitas persediaan 1 kilogram/hari.

Sehingga dari data persediaan tersebut dapat dibentuk formulasi kendala sebagai berikut:

$$0{,}25x_6 \leq 1 \quad (4.13)$$

b. Target produksi banyaknya rempeyek

Adapun kendala dari target banyaknya produksi rempeyek pada UMKM Rempeyek Ilham dapat dilihat pada **Tabel 5** berikut:

Tabel 5. Target Produksi banyaknya Rempeyek

Jenis Rempeyek	Minimal Target Produksi (kg/hari)
Teri (x_1)	15
Kacang tanah (x_2)	27
Jagung (x_3)	7
Sawi (x_4)	7
Udang (x_5)	7
Kedelai (x_6)	2

Target produksi didapatkan dari banyaknya produk yang diproduksi dalam waktu satu hari. Banyaknya rempeyek yang diproduksi yaitu sebanyak 65 kilogram/hari. Rempeyek teri 15 kilogram/hari, Rempeyek kacang tanah 27 kilogram/hari, Rempeyek jagung 7 kilogram/hari, Rempeyek sawi 7 kilogram/hari, Rempeyek udang 7 kilogram/hari, Rempeyek kedelai 2 kilogram/hari. Sehingga dari data batasan produksi tersebut dapat dibentuk formulasi kendala batasan sebagai berikut:

1. Batasan produksi rempeyek teri

   $x_1 \geq 15$ (4.14)

2. Batasan produksi rempeyek kacang tanah

   $x_2 \geq 27$ (4.15)

3. Batasan produksi rempeyek jagung

   $x_3 \geq 7$ (4.16)

4. Batasan produksi rempeyek sawi

   $x_4 \geq 7$ (4.17)

5. Batasan produksi rempeyek udang

   $x_5 \geq 7$ (4.18)

6. Batasan produksi rempeyek kedelai

   $x_6 \geq 2$ (4.19)

Berdasarkan kendala dari batasan produksi tersebut maka UMKM Rempeyek Ilham harus memproduksi sedikitnya sesuai dengan jumlah produksi.

4.1.2 Model Optimisasi

Model optimisasi produksi rempeyek untuk fungsi tujuan dan kendala dari persoalan penelitian ini dapat dikelompokkan sebagai berikut :

Maksimumkan:

$$Z = 85.000\ x_1 + 85.000\ x_2 + 85.000\ x_3 + 85.000 + 85.000\ x_5 + 85.000\ x_6 \qquad (4.21)$$

Dengan kendala:

$$\begin{array}{llllllll}
0{,}8x_1 & +0{,}8x_2 & +0{,}8x_3 & +0{,}8x_4 & +0{,}8x_5 & +0{,}8x_6 & \leq & 70 \\
0{,}02x_1 & +0{,}03x_2 & +0{,}03x_3 & +0{,}03x_4 & +0{,}02x_5 & +0{,}03x_6 & \leq & 3 \\
0{,}3x_1 & +0{,}3x_2 & +0{,}3x_3 & +0{,}3x_4 & +0{,}3x_5 & +0{,}3x_6 & \leq & 25 \\
0{,}1x_1 & +0{,}1x_2 & +0{,}1x_3 & +0{,}1x_4 & +0{,}1x_5 & +0{,}1x_6 & \leq & 10 \\
0{,}25x_1 & +0{,}25x_2 & +0{,}25x_3 & +0{,}25x_4 & +0{,}25x_5 & +0{,}25x_6 & \leq & 20 \\
0{,}25x_1 & +0{,}25x_2 & +0{,}25x_3 & +0{,}25x_4 & +0{,}25x_5 & +0{,}25x_6 & \leq & 20 \\
0{,}2x_1 & & & & & & \leq & 5 \\
 & 0{,}25x_2 & & & & & \leq & 8 \\
 & & 0{,}5x_3 & & & & \leq & 8 \\
 & & & 0{,}25x_4 & & & \leq & 5 \\
 & & & & 0{,}2x_5 & & \leq & 4 \\
 & & & & & 0{,}25x_6 & \leq & 1 \\
x_1 & & & & & & \geq & 15 \\
 & x_2 & & & & & \geq & 27 \\
 & & x_3 & & & & \geq & 7 \\
 & & & x_4 & & & \geq & 7 \\
 & & & & x_5 & & \geq & 7 \\
 & & & & & x_6 & \geq & 2
\end{array} \qquad (4.22)$$

4.1.3 Bentuk kanonik

bentuk kanonik dari formulasi model pada persamaan 4.22 dilakukan dengan mengubah pertidaksamaan pada kendala menjadi persamaan yaitu:

$$\begin{array}{llllllllll}
0{,}8x_1 & +0{,}8x_2 & +0{,}8x_3 & +0{,}8x_4 & +0{,}8x_5 & +0{,}8x_6 & +S_1 & & = & 70 \\
0{,}02x_1 & +0{,}03x_2 & +0{,}03x_3 & +0{,}03x_4 & +0{,}02x_5 & +0{,}03x_6 & +S_2 & & = & 3 \\
0{,}3x_1 & +0{,}3x_2 & +0{,}3x_3 & +0{,}3x_4 & +0{,}3x_5 & +0{,}3x_6 & +S_3 & & = & 25 \\
0{,}1x_1 & +0{,}1x_2 & +0{,}1x_3 & +0{,}1x_4 & +0{,}1x_5 & +0{,}1x_6 & +S_4 & & = & 10 \\
0{,}25x_1 & +0{,}25x_2 & +0{,}25x_3 & +0{,}25x_4 & +0{,}25x_5 & +0{,}25x_6 & +S_5 & & = & 20 \\
0{,}25x_1 & +0{,}25x_2 & +0{,}25x_3 & +0{,}25x_4 & +0{,}25x_5 & +0{,}25x_6 & +S_6 & & = & 20 \\
0{,}2x_1 & & & & & & +S_7 & & = & 5 \\
 & 0{,}25x_2 & & & & & +S_8 & & = & 8 \\
 & & 0{,}5x_3 & & & & +S_9 & & = & 8 \\
 & & & 0{,}25x_4 & & & +S_{10} & & = & 5 \\
 & & & & 0{,}2x_5 & & +S_{11} & & = & 4 \\
 & & & & & 0{,}25x_6 & +S_{12} & & = & 1 \\
x_1 & & & & & & -S_{13} & +A_1 & = & 15 \\
 & x_2 & & & & & -S_{14} & +A_2 & = & 27 \\
 & & x_3 & & & & -S_{15} & +A_3 & = & 7 \\
 & & & x_4 & & & -S_{16} & +A_4 & = & 7 \\
 & & & & x_5 & & -S_{17} & +A_5 & = & 7 \\
 & & & & & x_6 & -S_{18} & +A_6 & = & 2
\end{array} \qquad (4.23)$$

Pada persamaan 4.23 terdapat penambahan *artificial variabel* pada kendala ke-13 sampai dengan kendala ke-18, artinya penelitian ini tidak dapat diselesaikan dengan Metode Simpleks dan akan diselesaikan dengan Metode BIG M.

4.1.4 Metode BIG M

Adapun penyelesaian dengan Metode BIG M dilakukan dengan tahap-tahap sebagai berikut:

Fungsi tujuan:

$$Z = 85.000\,x_1 + 85.000\,x_2 + 85.000\,x_3 + 85.000 + 85.000\,x_5 + 85.000\,x_6 + 0S_1 + 0S_2 + 0S_3 + 0S_4 + 0S_5 + 0S_6 + 0S_7 + 0S_8 + 0S_9 + 0S_{10} + 0S_{11} + 0S_{12} - 0S_{13} - 0S_{14} - 0S_{15} - 0S_{16} - 0S_{17} - 0S_{18} - MA_1 - MA_2 - MA_3 - MA_4 - MA_5 - MA_6$$

Definisikan $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6$ =

A_1	=	15	$-x_1$	$+S_{13}$
A_2	=	27	$-x_2$	$+S_{14}$
A_3	=	7	$-x_3$	$+S_{15}$
A_4	=	7	$-x_4$	$+S_{16}$
A_5	=	7	$-x_5$	$+S_{17}$
A_6	=	2	$-x_6$	$+S_{18}$

Sehingga diperolehlah fungsi tujuan sebagai berikut:

$$Z - (85.000 + M)\,x_1 - (85.000 + M)\,x_2 - (85.000 + M)\,x_3 - (85.000)\,x_4 - (85.000 + M)\,x_5 - (85.000 + M)\,x_6 - 0S_1 - 0S_2 - 0S_3 - 0S_4 - 0S_5 - 0S_6 - 0S_7 - 0S_8 - 0S_9 - 0S_{10} - 0S_{11} - 0S_{12} + S_{13} + S_{14} + S_{15} + S_{16} + S_{17} + S_{18} = -65M$$

Penyelesaian dengan tabel Metode *Big M*:

1. Memasukan data fungsi tujuan dan kendala ke dalam tabel simpleks disajikan pada **Tabel 6**.
2. Menentukan *entering variabel* (kolom kunci) dan *leaving variabel* (baris kunci). Iterasi dilakukan berulang hingga menemukan solusi optimal. Berdasarkan tabel 6, A_6 merupakan *entering variabel* (kolom kunci) karena memuat nilai negatif pada Baris Z yaitu –(85000+M) sedangkan x_6 merupakan *leaving variabel* (baris kunci) karena memiliki nilai *indeks* terkecil yaitu 2**.** Selanjutnya melakukan iterasi ke-1 Metode *Big M* disajikan pada **Tabel 7**.

Tabel 6. Iterasi 0 (tabel awal) Metode *Big-M*

Var basic	Z	X1	X2	X3	X4	X5	X6	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	A1	A2	A3	A4	A5	A6	RHS	Indeks
Z	1	-(85000 +M)	-(85000+M)	-(85000+M)	-(85000+M)	-(85000+M)	-(85000+M)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	M	M	M	M	M	M	0	0	0	0	0	0	-65M	
S1	0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	87.5
S2	0	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	100
S3	0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	83.3333
S4	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	100
S5	0	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	80
S6	0	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	80
S7	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	#DIV/0!
S8	0	0	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	#DIV/0!
S9	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	#DIV/0!
S10	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	#DIV/0!
S11	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	#DIV/0!
S12	0	0	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
A1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	15	#DIV/0!
A2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	27	#DIV/0!
A3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	7	#DIV/0!
A4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	7	#DIV/0!
A5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	7	#DIV/0!
A6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	2	2

Tabel 7. Iterasi 1 Metode *Big-M*

Var basic	Z	X1	X2	X3	X4	X5	X6	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	A1	A2	A3	A4	A5	A6	RHS	Indeks
Z	1	-(85000 +M)	-(85000 +M)	-(85000+M)	-(85000+M)	-(85000+M)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	M	M	M	M	M	-85000	0	0	0	0	0	85000+M	-63M+170000	
S1	0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8	0	0	0	0	0	-0.8	68.4	85.5
S2	0	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0	-0.03	2.94	98
S3	0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	-0.3	24.4	81.333
S4	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	-0.1	9.8	98
S5	0	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	-0.25	19.5	78
S6	0	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	-0.25	19.5	78
S7	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	######
S8	0	0	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	######
S9	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	16
S10	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	######
S11	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	######
S12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	-0.25	0.5	######
A1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	15	######
A2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	27	######
A3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	7	7
A4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	7	######
A5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	7	######
X6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	2	######

3. Berdasarkan Tabel 7 masih belum Optimal dikarena baris Z masih memiliki nilai negatif yaitu $Z = -(85000 + M)$, Berdasarkan tabel 7 A_3 merupakan *entering variabel* (kolom kunci) karena memuat nilai negatif pada Baris $Z = -(85000 + M)$ sedangkan x_3 merupakan *leaving variabel* (baris kunci) karena memiliki nilai *indeks* terkecil yaitu 7**.** Selanjutnya melakukan iterasi ke-2 sampai iterasi ke-7 dengan Metode *Big M* yang disajikan pada Lampiran 2.
4. Solusi optimal diperoleh pada iterasi 8 sebagai mana yang disajikan pada Tabel 8, dikarenakan baris Z sudah tidak memiliki nilai negatif dan diperoleh nilai Z= 6.800.000 dengan nilai $x_1 = 25$, $x_2 = 32$, $x_3 = 7$, $x_4 = 7$, $x_5 = 7$ dan $x_6 = 2$**.** Artinya, pendapatan dari hasil penjualan yang maksimal adalah sebesar Rp.6.800.000/hari dengan memproduksi rempeyek teri sebanyak 25 kg/hari, rempeyek kacang tanah sebanyak 32 kg/hari, rempeyek jagung sebanyak 7 kg/hari, rempeyek sawi sebanyak 7 kg/hari, rempeyek udang sebanyak 7 kg/hari, dan rempeyek kedelai sebanyak 2 kg/hari.

Proses perhitungan untuk menyelesaikan model *Linear Programming* dalam hal memaksimumkan pendapatan dari hasil penjualan rempeyek juga dilakukan dengan menggunakan *software* POM QM yang outputnya diperlihatkan pada Gambar 10 dan hasil ini sama dengan hasil yang diperoleh secara perhitungan manual.

	X1	X2	X3	X4	X5	X6		RHS	Dual
Maximize	85000	85000	85000	85000	85000	85000			
Constraint 1	.8	.8	.8	.8	.8	.8	<=	70	0
Constraint 2	.02	.03	.03	.03	.02	.03	<=	3	0
Constraint 3	.3	.3	.3	.3	.3	.3	<=	25	0
Constraint 4	.1	.1	.1	.1	.1	.1	<=	10	0
Constraint 5	.25	.25	.25	.25	.25	.25	<=	20	340000
Constraint 6	.25	.25	.25	.25	.25	.25	<=	20	0
Constraint 7	.2	0	0	0	0	0	<=	5	0
Constraint 8	0	.25	0	0	0	0	<=	8	0
Constraint 9	0	0	.5	0	0	0	<=	8	0
Constraint 10	0	0	0	.25	0	0	<=	5	0
Constraint 11	0	0	0	0	.2	0	<=	4	0
Constraint 12	0	0	0	0	0	.25	<=	1	0
Constraint 13	1	0	0	0	0	0	>=	15	0
Constraint 14	0	1	0	0	0	0	>=	27	0
Constraint 15	0	0	1	0	0	0	>=	7	0
Constraint 16	0	0	0	1	0	0	>=	7	0
Constraint 17	0	0	0	0	1	0	>=	7	0
Constraint 18	0	0	0	0	0	1	>=	2	0
Solution->	25	32	7	7	7	2		6800000	

Gambar 10. Hasil optimal menggunakan software POM Qm

(Sumber : POM QM)

Dapat disimpulkan bahwa solusi optimal menggunakan *software* POM QM diperoleh nilai Z= 6.800.000 dengan nilai $x_1 = 25$, $x_2 = 32$, $x_3 = 7$, $x_4 = 7$, $x_5 = 7$ dan $x_6 = 2$. Solusi optimal yang diperoleh dari *software* POM QM sama dengan solusi optimal dengan Metode big M yang disajikan pada Tabel 8**.** Artinya, produksi jenis rempeyek yang optimal adalah diproduksi rempeyek teri sebanyak 25 kg, kacang tanah sebanyak 32 kg, jagung sebanyak 7 kg, sawi sebanyak 7 kg, udang sebanyak 7 kg, kedelai sebanyak 2 kg gr, dengan pendapatan dari hasil penjualan sebesar RP. 6.800.000.

Tabel 8. Tabel Optimal Metode *Big M*

Var basic	Z	X1	X2	X3	X4	X5	X6	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	A1	A2	A3	A4	A5	A6	RHS
Z	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	340000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	M	M	M	M	M	M	6800000
S1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	-3.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
S2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-0.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.01	0	0	0	0	0	0.01	0	0.92
S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
S4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
S5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	-5	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	-1	-1	-1	-1	-1	5
S13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	5
S8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	1	0	0	0	0	0	0	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	0	0	0.25	0.25	0.25	0.25	0
S9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	-0.5	0	0	0	4.5
S10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	-0.3	0	0	3.25
S11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	-0.2	0	2.6
S12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	-0.25	0.5
X1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
X2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	-5	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	-1	-1	-1	-1	32
X3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	7
X4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	7
X5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	7
X6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	2

4.1.4 Analisis Sensitivitas

Setelah diperoleh solusi yang optimal, kemudian dilakukan analisis sensitivitas terhadap koefisien fungsi tujuan dan kostanta ruas kanan kendala dikarenakan koefisien fungsi tujuan variabel basis dan konstanta ruas kanan kendala mempengaruhi solusi optimal. Sedangkan koefisien fungsi tujuan variabel nonbasis,koefisien kendala, penambahan variabel ketupusan yang baru dan penambahan kendala yang baru tidak mempengaruhi solusi optimal maka tidak dilakukan analisis sensitivitasnya. *Increase* adalah batas atas maksimum dan *Decrease* adalah batas bawah maksimum.

Sebelumnya, dari tabel optimal pada **Tabel 8** diperoleh :

i. Himpunan variabel basis, yaitu

$$\text{BV} = \{S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_{14}, S_{13}, S_8, S_9, S_{10}, S_{11}, S_{12}, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6\}$$

ii. Himpunan variabel nonbasis, yaitu :

$$\text{NBV} = \left\{S_6, S_7, S_{15}, S_{16}, S_{17}, S_{18}, A_{1,}A_{2,}A_{3,}A_{4,}A_{5,}A_6\right\}$$

iii. Matriks koofisien dari variabel basis pada fungsi tujuan, yaitu :

$$CBV = [0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad C_1 \quad 85000 \quad 85000 \quad 85000 \quad 85000 \quad 85000]$$

iv. Matriks koefisien dari variabel basis pada kendala yaitu :

$$B = \begin{bmatrix}
1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,8 & 0,8 & 0,8 & 0,8 & 0,8 & 0,8 \\
0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,02 & 0,03 & 0,03 & 0,03 & 0,02 & 0,03 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,3 & 0,3 & 0,3 & 0,3 & 0,3 & 0,3 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,1 & 0,1 & 0,1 & 0,1 & 0,1 & 0,1 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,25 & 0,25 & 0,25 & 0,25 & 0,25 & 0,25 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,25 & 0,25 & 0,25 & 0,25 & 0,25 & 0,25 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,25 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,5 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,25 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,2 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,25 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1
\end{bmatrix}$$

v. Matriks B^{-1}, yaitu:

$$B^{-1} = \begin{bmatrix}
1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -3{,}2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 & 0 & -0{,}12 & 0{,}05 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0{,}01 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 & -1{,}2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -0{,}4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 4 & -5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1{,}25 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0{,}25 & 0{,}25 & 0{,}25 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0{,}5 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -2{,}5 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0{,}2 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0{,}25 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 4 & -5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & -1 & -1 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0
\end{bmatrix}$$

vi. Matriks kolom yang berisi koefisien dari variabel keputusan x_i pada kendala, yaitu:

$$a_1 = \begin{bmatrix} 0{,}8 \\ 0{,}02 \\ 0{,}3 \\ 0{,}1 \\ 0{,}25 \\ 0{,}25 \\ 0{,}2 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, a_2 = \begin{bmatrix} 0{,}8 \\ 0{,}03 \\ 0{,}3 \\ 0{,}1 \\ 0{,}25 \\ 0{,}25 \\ 0 \\ 0{,}25 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, a_3 = \begin{bmatrix} 0{,}8 \\ 0{,}03 \\ 0{,}3 \\ 0{,}1 \\ 0{,}25 \\ 0{,}25 \\ 0 \\ 0 \\ 0{,}5 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, a_4 = \begin{bmatrix} 0{,}8 \\ 0{,}03 \\ 0{,}3 \\ 0{,}1 \\ 0{,}25 \\ 0{,}25 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0{,}25 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, a_5 = \begin{bmatrix} 0{,}8 \\ 0{,}02 \\ 0{,}3 \\ 0{,}1 \\ 0{,}25 \\ 0{,}25 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0{,}2 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}, a_6 = \begin{bmatrix} 0{,}8 \\ 0{,}03 \\ 0{,}3 \\ 0{,}1 \\ 0{,}25 \\ 0{,}25 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0{,}25 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

vii. Matriks kolom yang berisi koefien dari *variabel slack*, yaitu:

$$a_{s_1} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, a_{s_2} = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, a_{s_3} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, a_{s_4} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, a_{s_5} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, a_{s_6} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, a_{s_7} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, a_{s_8} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix},$$

$$a_{s_9} = \begin{bmatrix} 0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\1\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0 \end{bmatrix}, a_{s_{10}} = \begin{bmatrix} 0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\1\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0 \end{bmatrix}, a_{s_{11}} = \begin{bmatrix} 0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\1\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0 \end{bmatrix}, a_{s_{12}} = \begin{bmatrix} 0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\1\\0\\0\\0\\0\\0\\0 \end{bmatrix}, a_{s_{13}} = \begin{bmatrix} 0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\-1\\0\\0\\0\\0\\0 \end{bmatrix}, a_{s_{14}} = \begin{bmatrix} 0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\-1\\0\\0\\0\\0 \end{bmatrix}, a_{s_{15}} = \begin{bmatrix} 0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\-1\\0\\0\\0 \end{bmatrix},$$

$$a_{s_{16}} = \begin{bmatrix} 0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\-1\\0\\0 \end{bmatrix}, a_{s_{17}} = \begin{bmatrix} 0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\-1\\0 \end{bmatrix}, a_{s_{18}} = \begin{bmatrix} 0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\0\\-1 \end{bmatrix}$$

viii. Nilai koefisien dari *slack variabel* pada fungsi tujuan dibentuk standar dari model *linear programming,* yaitu $C_{s_i} = 0,$ untuk $i = 1,2,3, \dots 12$

1. Perubahan pada koefisien fungsi tujuan variabel basis.

   Perubahan koefisien fungsi tujuan yang dimaksud adalah perubahan pada pendapatan dari hasil penjualan setiap 1 kg Rempeyek. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kenaikan atau penurunan harga Rempeyek yang masih dapat ditolerir sehingga pendapatan dari hasil penjualan tetap optimal. Syarat solusi tetap optimal adalah koefisien pada baris Z bernilai nonnegatif.

b. **Analisis sensitivitas untuk Koofisien x_1 (perubahan harga jual rempeyek teri)**

- x_1 merupakan variabel basis dengan koefisiennya pada fungsi tujuan : 85000

- Asumsikan koefisien x_1 berubah dari 85000 menjadi C_1, maka akan dianalisis pada keadaan C_1 bagaimana BV diharapkan tetap optimal.
- Diharapkan BV tidak berubah, maka koefisien dari variabel-variabel nonbasis (NBV) pada baris Z tabel optimal harus tetap bernilai positif.

Berikut adalah proses menemukan nilai C_1 supaya solusi optimal saat ini tidak berubah.

Koefisien $\boldsymbol{S_6 = C_{Bv}{}' \cdot B^{-1} \cdot a_{s_6} - C_{S_6}}$

$$= [0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad C_1 \quad 85000 \quad 85000 \quad 85000 \quad 85000 \quad 85000]\begin{bmatrix} -3{,}2 \\ -0{,}12 \\ -1{,}2 \\ -0{,}4 \\ -1 \\ 4 \\ 0 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 4 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} - 0$$

$= 340.000.$

Karena koefisien dari S_6 pada tabel optimal sudah positif, maka jelas S_6 tidak akan menjadi *entering* variabel.

Koefisien $\boldsymbol{S_7}$ pada tabel optimal $= \boldsymbol{C_{Bv}{}' \cdot B^{-1} \cdot a_{s_7} - C_{S_7}}$

$$= [0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad C_1 \quad 85000 \quad 85000 \quad 85000 \quad 85000 \quad 85000]\begin{bmatrix} 0 \\ 0{,}05 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ -5 \\ 5 \\ 1{,}25 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 5 \\ 0 \\ -5 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} - 0$$

$= 5C_1 - 425000.$

Supaya variabel S_7 tidak menjadi *entering variabel*, maka koefisien $\boldsymbol{S_7}$ harus *nonnegatif*, yaitu $5C_1 - 42500 \geq 0$

$$C_1 \geq 85000.$$

Koefisien S_{15} pada tabel optimal $= \boldsymbol{C_{Bv}}' \cdot \boldsymbol{B^{-1}} \cdot \boldsymbol{a_{s_{15}}} - \boldsymbol{C_{S_{15}}}$

$$= \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & C_1 & 85000 & 85000 & 85000 & 85000 & 85000 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ -0{,}25 \\ 0{,}5 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ -1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} - 0$$

$= 0.$

Karena koefisien dari S_{15} pada tabel optimal *nonnegatif*, maka jelas S_{15} tidak akan menjadi *entering* variabel.

Koefisien S_{16} pada tabel optimal $= \boldsymbol{C_{Bv}}' \cdot \boldsymbol{B^{-1}} \cdot \boldsymbol{a_{s_{16}}} - \boldsymbol{C_{S_{16}}}$

$$= \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & C_1 & 85000 & 85000 & 85000 & 85000 & 85000 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ -0{,}25 \\ 0 \\ 0{,}25 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} - 0$$

$= 0.$

Karena koefisien dari S_{16} pada tabel optimal *nonnegatif*, maka jelas S_{16} tidak akan menjadi *entering* variabel.

Koefisien S_{17} pada tabel optimal $= \boldsymbol{C_{Bv}}' \cdot \boldsymbol{B^{-1}} \cdot \boldsymbol{a_{s_{17}}} - \boldsymbol{C_{S_{17}}}$

$$= [0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad C_1 \quad 85000 \quad 85000 \quad 85000 \quad 85000 \quad 85000] \begin{bmatrix} 0 \\ -0{,}01 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ -0{,}25 \\ 0 \\ 0 \\ 0{,}2 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ -1 \\ 0 \end{bmatrix} - 0$$

$= 0.$

Karena koefisien dari S_{17} pada tabel optimal *nonnegatif*, maka jelas S_{17} tidak akan menjadi *entering* variabel.

Koefisien S_{18} pada tabel optimal $= \boldsymbol{C_{Bv}}' \cdot \boldsymbol{B^{-1}} \cdot \boldsymbol{a_{s_{18}}} - \boldsymbol{C_{S_{18}}}$

$$= [0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad C_1 \quad 85000 \quad 85000 \quad 85000 \quad 85000 \quad 85000] \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ -0{,}25 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0{,}25 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix} - 0$$

$= 0.$

Karena koefisien dari S_{18} pada tabel optimal *nonnegatif*, maka jelas S_{18} tidak akan menjadi *entering* variabel.

Berdasarkan hasil perhitungan di atas maka dapat disimpulkan bahwa solusi akan tetap optimal jika koefisien berada dalam interval $85000 \leq C_1 \leq \infty$. Solusi saat ini tidak lagi menjadi optimal apabila koesifien kurang dari 85.000. Artinya, pendapatan dari hasil penjualan dari produk Rempeyek akan tetap optimal jika harga jual untuk rempeyek teri lebih besar atau sama dengan Rp 85.000 dan tidak lagi optimal jika harga jualnya kecil dari Rp 85.000.

c. **Analisis sensitivitas untuk koefisien x_2 (perubahan harga jual rempeyek kacang tanah)**

- x_2 merupakan variabel basis dengan koefisiennya pada fungsi tujuan : 85000
- Asumsikan koefisien x_2 berubah dari 85000 menjadi C_2, maka akan dianalisis pada keadaan C_2 bagaimana BV diharapkan tetap optimal.
- Diharapkan BV tidak berubah, maka koefisien dari variabel-variabel nonbasis (NBV) pada baris Z tabel optimal harus tetap bernilai positif.

Berikut adalah proses menemukan nilai C_2 supaya solusi optimal saat ini tidak berubah.

Koefisien S_6 pada tabel optimal $= \boldsymbol{C_{Bv}}' \cdot \boldsymbol{B^{-1}} \cdot \boldsymbol{a_{s_6}} - \boldsymbol{C_{S_6}}$

$$= [0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 85000 \quad C_2 \quad 85000 \quad 85000 \quad 85000 \quad 85000] \begin{bmatrix} -3{,}2 \\ -0{,}12 \\ -1{,}2 \\ -0{,}4 \\ -1 \\ 4 \\ 0 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 4 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} - 0$$

$= 340000.$

Karena koefisien dari S_6 pada tabel optimal sudah positif, maka jelas S_6 tidak akan menjadi *entering* variabel.

Koefisien S_7 pada tabel optimal $= \boldsymbol{C_{Bv}}' \cdot \boldsymbol{B^{-1}} \cdot \boldsymbol{a_{s_7}} - \boldsymbol{C_{S_7}}$

$$= \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 85000 & C_2 & 85000 & 85000 & 85000 & 85000 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0{,}05 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ -5 \\ 5 \\ 1{,}25 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 5 \\ 0 \\ -5 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} - 0$$

$= 425000.$

Karena koefisien dari S_7 pada tabel optimal sudah positif, maka jelas S_7 tidak akan menjadi *entering* variabel.

Koefisien S_{15} pada tabel optimal $= \boldsymbol{C_{Bv}}' \cdot \boldsymbol{B^{-1}} \cdot \boldsymbol{a_{s_{15}}} - \boldsymbol{C_{S_{15}}}$

$$= \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 85000 & C_2 & 85000 & 85000 & 85000 & 85000 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ -0{,}25 \\ 0{,}5 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ -1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} - 0$$

$= C_2 - 85000.$

Supaya variabel S_{15} tidak menjadi *entering variabel,* maka koefisien $\boldsymbol{S_{15}}$ harus *nonnegatif*, yaitu $C_2 - 85000 \geq 0$

$$C_2 \geq 85000$$

Koefisien S_{16} pada tabel optimal $= \boldsymbol{C_{Bv}}' \cdot \boldsymbol{B^{-1}} \cdot \boldsymbol{a_{s_{16}}} - \boldsymbol{C_{S_{16}}}$

$$= [0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 85000 \quad C_2 \quad 85000 \quad 85000 \quad 85000 \quad 85000] \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ -0,25 \\ 0 \\ 0,25 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} - 0$$

$= 0.$

Karena koefisien dari S_{16} pada tabel optimal sudah positif, maka jelas S_{16} tidak akan menjadi *entering* variabel.

Koefisien S_{17} pada tabel optimal $= \boldsymbol{C_{Bv}}' \cdot \boldsymbol{B^{-1}} \cdot \boldsymbol{a_{s_{17}}} - \boldsymbol{C_{S_{17}}}$

$$= [0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 85000 \quad C_2 \quad 85000 \quad 85000 \quad 85000 \quad 85000] \begin{bmatrix} 0 \\ -0,01 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ -0,25 \\ 0 \\ 0 \\ 0,2 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ -1 \\ 0 \end{bmatrix} - 0$$

$= 0$

Karena koefisien dari S_{17} pada tabel optimal sudah positif, maka jelas S_{17} tidak akan menjadi *entering* variabel.

Koefisien S_{18} pada tabel optimal $= C_{Bv}{}' \cdot B^{-1} \cdot a_{s_{18}} - C_{S_{18}}$

$$= [0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 85000 \quad C_2 \quad 85000 \quad 85000 \quad 85000 \quad 85000] \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ -0{,}25 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0{,}25 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix} - 0$$

$= 0.$

Karena koefisien dari S_{18} pada tabel optimal sudah positif, maka jelas S_{18} tidak akan menjadi *entering* variabel.

Berdasarkan hasil perhitungan di atas maka dapat disimpulkan bahwa solusi akan tetap optimal jika koefisien berada dalam interval $85000 \leq C_1 \leq \infty$. Solusi saat ini tidak lagi menjadi optimal apabila koesifien kurang dari 85000. Artinya, pendapatan dari hasil penjualan dari produk Rempeyek akan tetap optimal jika harga jual untuk rempeyek kacang tanah lebih besar atau sama dengan Rp.85.000 dan tidak lagi optimal jika harga jualnya kecil dari Rp 85.000.

d. Analisis sensitivitas untuk koefisien x_3 (perubahan harga jual rempeyek jagung)

- x_3 merupakan variabel basis dengan koefisiennya pada fungsi tujuan : 85000
- Asumsikan koefisien x_3 berubah dari 85000 menjadi C_3, maka akan dianalisis pada keadaan C_3 bagaimana BV diharapkan tetap optimal.
- Diharapkan BV tidak berubah, maka koefisien dari variabel-variabel nonbasis (NBV) pada baris Z tabel optimal harus tetap bernilai positif.

Berikut adalah proses menemukan nilai C_3 supaya solusi optimal saat ini tidak berubah.

Koefisien S_6 pada tabel optimal $= \boldsymbol{C_{Bv}}' \cdot \boldsymbol{B^{-1}} \cdot \boldsymbol{a_{s_6}} - \boldsymbol{C_{S_6}}$

$$= [0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 85000 \quad 85000 \quad C_3 \quad 85000 \quad 85000 \quad 85000] \begin{bmatrix} -3,2 \\ -0,12 \\ -1,2 \\ -0,4 \\ -1 \\ 4 \\ 0 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 4 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} - 0$$

$= 4C_3.$

Supaya variabel S_6 tidak menjadi *entering variabel,* maka koefisien $\boldsymbol{S_6}$ harus *nonnegatif*, yaitu $4C_3 \geq 0$

$$C_3 \geq 0$$

Koefisien S_7 pada tabel optimal $= \boldsymbol{C_{Bv}}' \cdot \boldsymbol{B^{-1}} \cdot \boldsymbol{a_{s_7}} - \boldsymbol{C_{s_7}}$

$$= [0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 85000 \quad 85000 \quad C_3 \quad 85000 \quad 85000 \quad 85000] \begin{bmatrix} 0 \\ 0,05 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ -5 \\ 5 \\ 1,25 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 5 \\ 0 \\ -5 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} - 0$$

$= 425000 - 5C_3.$

Supaya variabel S_7 tidak menjadi *entering variabel,* maka koefisien $\boldsymbol{S_7}$ harus *nonnegatif*, yaitu $425000 - 5C_3 \geq 0$

$$C_3 \leq 85000$$

Koefisien S_{15} pada tabel optimal $= \boldsymbol{C_{Bv}}' \cdot \boldsymbol{B^{-1}} \cdot \boldsymbol{a_{s_{15}}} - \boldsymbol{C_{s_{15}}}$

$$= [0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 85000 \quad 85000 \quad C_3 \quad 85000 \quad 85000 \quad 85000] \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ -0{,}25 \\ 0{,}5 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ -1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} - 0$$

$= -85000 + C_3$.

Supaya variabel S_{15} tidak menjadi *entering variabel,* maka koefisien $\boldsymbol{S_{15}}$ harus *nonnegatif*, yaitu $-85000 + C_3 \geq 0$

$$C_3 \geq 85000$$

Koefisien S_{16} pada tabel optimal $= \boldsymbol{C_{Bv}}' \cdot \boldsymbol{B^{-1}} \cdot \boldsymbol{a_{s_{16}}} - \boldsymbol{C_{s_{16}}}$

$$= [0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 85000 \quad 85000 \quad C_3 \quad 85000 \quad 85000 \quad 85000] \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ -0{,}25 \\ 0 \\ 0{,}25 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} - 0$$

$= -85000 + C_3$.

Supaya variabel S_{16} tidak menjadi *entering variabel,* maka koefisien $\boldsymbol{S_{16}}$ harus *nonnegatif*, yaitu $-85000 + C_3 \geq 0$

$$C_3 \geq 85000$$

Koefisien S_{17} pada tabel optimal $= \boldsymbol{C_{Bv}}' \cdot \boldsymbol{B^{-1}} \cdot \boldsymbol{a_{s_{17}}} - \boldsymbol{C_{s_{17}}}$

$$= [0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 85000 \quad 85000 \quad C_3 \quad 85000 \quad 85000 \quad 85000] \begin{bmatrix} 0 \\ -0{,}01 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ -0{,}25 \\ 0 \\ 0 \\ 0{,}2 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ -1 \\ 0 \end{bmatrix} - 0$$

$= -85000 + C_3$.

Supaya variabel S_{17} tidak menjadi *entering variabel,* maka koefisien $\boldsymbol{S_{17}}$ harus *nonnegatif*, yaitu $-85000 + C_3 \geq 0$

$$C_3 \geq 85000$$

Koefisien S_{18} pada tabel optimal $= \boldsymbol{C_{Bv}}' \cdot \boldsymbol{B^{-1}} \cdot \boldsymbol{a_{s_{18}}} - \boldsymbol{C_{s_{18}}}$

$$= [0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 85000 \quad 85000 \quad C_3 \quad 85000 \quad 85000 \quad 85000] \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ -0{,}25 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0{,}25 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix} - 0$$

$= -85000 + C_3$.

Supaya variabel S_{18} tidak menjadi *entering variabel,* maka koefisien $\boldsymbol{S_{18}}$ harus *nonnegatif*, yaitu $-85000 + C_3 \geq 0$

$$C_3 \geq 85000$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas maka dapat disimpulkan bahwa solusi akan tetap optimal jika koefisien berada dalam interval $85000 \leq C_1 \leq 85000$. Solusi saat ini tidak lagi menjadi optimal apabila koesifien lebih dari 85000 dan kurang dari 85000. Artinya, pendapatan dari hasil penjualan dari produk Rempeyek akan tetap optimal jika harga jual untuk rempeyek jagung tidak berubah atau tetap Rp 85.000.

Proses perhitungan untuk analisis sensitivitas perubahan koefisien variabel basis dalam hal memaksimumkan hasil penjualan rempeyek juga di lakukan dengan menggungakan *software* POM QM yang outputnya diperlihatkan pada Gambar 11 dan hasil ini sama dengan hasil yang diperoleh secara perhitungan manual.

Variable	Value	Reduced ...	Original Val	Lower Bou...	Upper Bou...
X1	25	0	85000	85000	Infinity
X2	32	0	85000	85000	Infinity
X3	7	0	85000	85000	85000
X4	7	0	85000	-Infinity	85000
X5	7	0	85000	-Infinity	85000
X6	2	0	85000	-Infinity	85000

Gambar 11. Analisis sensitivitas perubahan koefisien fungsi tujuan (Sumber : POM QM)

Dengan demikian dapat diperoleh bahwa interval nilai koefisien dari fungsi tujuan supaya solusi saat ini tetap optimal disajikan pada kolom 2 Tabel 9. Sedangkan interval nilai koefisien dari fungsi tujuan yang membuat solusi saat ini tidak lagi optimal disajikan pada kolom 3 Tabel 9.

Tabel 9. Analisis Sensitivitas koefisien fungsi tujuan

Koofisien Fungsi Tujuan (harga jual rempeyek)	Interval Nilai Koefisien supaya BV tetap optimal	Interval Nilai Koefisien sehingga BV berubah
Teri (C_1)	$C_1 \geq 85000$	$C_1 < 85000$
Kacang tanah (C_2)	$C_2 \geq 85000$	$C_2 < 85000$
Jagung (C_3)	$C_3 = 85000$	$C_3 \neq 85000$
Sawi (C_4)	$C_4 \leq 85000$	$C_4 > 85000$
Udang (C_5)	$C_6 \leq 85000$	$C_5 > 85000$
Kedelai (C_6)	$C_6 \leq 85000$	$C_6 > 85000$

Dapat disimpulkan:

- Jika nilai C_i dengan $i = \{1,2,3,4,5,6\}$ berada dalam interval sebagaimana yang ditampilkan pada kolom 2 Tabel 9 maka nilai optimum untuk variabel $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$ akan bernilai tetap seperti solusi optimal pada saat ini, akan tetapi nilai Z nya berubah dalam artian hasil pendapatan maksimal akan berubah juga jika nilai C_i nya dalam interval kolom 2 Tabel 9, namun jumlah produksi optimal dari masing-masing rempeyek nya tetap.

- Jika nilai C_i dengan $i = \{1,2,3,4,5,6\}$ berada dalam interval sebagaimana yang ditampilkan pada kolom 3 Tabel 9 maka nilai optimum untuk variabel $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$ akan berubah dan tidak lagi menjadi solusi optimal, untuk nilai Z nya juga berubah dalam artian hasil pendapatan akan berubah menjadi tidak optimal lagi jika nilai C_i nya dalam interval kolom 3 Tabel 9, dengan jumlah produksi dari masing-masing rempeyek berubah.

Pada Tabel 9 yang menunjukkan interval harga jual masing-masing jenis rempeyek supaya solusi optimal tidak berubah yaitu dengan $Z = 6.800.000$ dan $x_1 = 25, x_2 = 32, x_3 = 7, x_4 = 7, x_5 = 7, x_6 = 2$ dan harga jual masing-masing rempeyek berubah dengan pendapatan dari hasil penjualan tetap optimal. Jika solusi optimal untuk produksi masing-masing rempeyek berubah, maka pendapatan dari hasil penjualan pun akan berubah. Ilustrasi nya adalah, misal harga jual untuk rempeyek teri Rp 80.000/Kg, maka pendapatan dari hasil penjualan turun mejadi Rp 6.725.000 dan nilai $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$ juga berubah menjadi $x_1 = 15, x_2 = 32$, $x_3 = 16, x_4 = 8$, $x_5 = 7, x_6 = 2$. Jadi, terbukti solusi sudah tidak optimal lagi jika nilai koefisien nya berubah mengikuti interval dikolom 3 pada Tabel 9.

2. Perubahan pada konstanta ruas kanan kendala

Kendala Perubahan konstanta ruas kanan kendala yang dimaksud adalah perubahan pada jumlah persediaan bahan baku. Perubahan pada konstanta ruas kanan kendala akan membawa perubahan pada nilai variabelnya dengan demikian nilai tujuan (Z) juga akan berubah. Maka, analisis ini digunakan untuk melihat sejauh mana perubahan pada konstanta ruas kanan kendala tidak mempengaruhi hasil optimal.

a. Analisis sensitivitas untuk perubahan pada konstanta ruas kanan kendala kapasitas tepung (b_1)

Bahan baku utama dalam pembuatan rempeyek yaitu tepung beras putih. Kapasitas yang tersedia adalah sebanyak 70 kg, ketersediaan bahan baku tepung beras merupakan kendala pertama pada *linear programming* . Akan dilakukan analisis sensitivitas terhadap kapasitas tepung beras putih untuk mengetahui pada interval mana solusi optimal tidak berubah.

Jika ruas kanan kendala pertama bernilai b_1, maka hasil ruas kanan pada tabel optimal adalah:

$= \boldsymbol{B}^{-1} \cdot \boldsymbol{b}'$

$$= \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -3{,}2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & -0{,}12 & 0{,}05 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0{,}01 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & -1{,}2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -0{,}4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 4 & -5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1{,}25 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0{,}25 & 0{,}25 & 0{,}25 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0{,}5 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -2{,}5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0{,}2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0{,}25 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 4 & -5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 \\ 3 \\ 25 \\ 10 \\ 20 \\ 20 \\ 5 \\ 8 \\ 8 \\ 5 \\ 4 \\ 1 \\ 15 \\ 27 \\ 7 \\ 7 \\ 7 \\ 2 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} b_1 - 64 \\ 0{,}92 \\ 1 \\ 2 \\ 0 \\ 5 \\ 5 \\ 0 \\ 4{,}5 \\ 3{,}25 \\ 2{,}6 \\ 0{,}5 \\ 25 \\ 32 \\ 7 \\ 7 \\ 7 \\ 2 \end{bmatrix}$$

$= b_1 - 64$

Solusi basis akan tetap optimal jika variabel basis itu bernilai *nonnegatif* sehingga haruslah $b_1 - 64 \geq 0$

$$b_1 \geq 64$$

Dari hasil perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa konstanta ruas kanan kendala pertama dapat berubah dengan interval $64 \leq b_1 \leq \infty$ sehingga tidak akan merubah solusi optimal. Tetapi apabila konstanta ruas kanan kendala pertama kurang dari 64, maka penyelesain sudah tidak optimal lagi. Artinya, solusi tidak lagi optimal jika persediaan bahan baku tepung beras putih kurang dari 64 kg dan solusi akan tetap optimal jika persediaan bahan baku tepung beras putih lebih besar atau tetap sama dengan 64 kg.

b. Analisis sensitivitas untuk perubahan konstanta ruas kanan batasan produksi rempeyek teri ($\boldsymbol{b_{13}}$)

Jika ruas kanan kendala pertama bernilai b_{13}, maka hasil ruas kanan pada tabel optimal adalah:

$$= \boldsymbol{B^{-1}} \cdot \boldsymbol{b'}$$

$$= \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -3{,}2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & -0{,}12 & 0{,}05 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0{,}01 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & -1{,}2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -0{,}4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 4 & -5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1{,}25 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0{,}25 & 0{,}25 & 0{,}25 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0{,}5 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -2{,}5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0{,}2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0{,}25 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 4 & -5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 70 \\ 3 \\ 25 \\ 10 \\ 20 \\ 20 \\ 5 \\ 8 \\ 8 \\ 5 \\ 4 \\ 1 \\ b_{13} \\ 27 \\ 7 \\ 7 \\ 7 \\ 2 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 64 \\ 0{,}94 \\ 1 \\ 2 \\ 0 \\ 5 \\ 5 \\ 0 \\ 4{,}5 \\ 3{,}25 \\ 2{,}6 \\ 0{,}5 \\ 25 - b_{13} \\ 32 \\ 7 \\ 7 \\ 7 \\ 2 \end{bmatrix}$$

$$= 25 - b_{13} \geq 0$$

Solusi basis akan tetap optimal jika variabel basis itu bernilai *nonnegatif* sehingga haruslah $25 - b_{13} \geq 0$

$$b_{13} \leq 25$$

Dari hasil perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa konstanta ruas kanan kendala ke-13 dapat berubah dengan interval $-\infty \leq b_{13} \leq 25$ sehingga tidak akan merubah solusi optimal. Tetapi apabila konstanta ruas kanan kendala ke-13 besar dari 25, maka penyelesain sudah tidak optimal lagi. Artinya, solusi tidak lagi optimal jika batasan produksi untuk jenis rempeyek teri besar dari 25 kg dan solusi akan tetap optimal jika batasan produksi untuk jenis rempeyek teri kecil atau tetap sama dengan 25 kg.

Proses perhitungan untuk analisis sensitivitas perubahan konstanta ruas kanan dalam hal memaksimumkan pendapatan dari hasil penjualan rempeyek juga di lakukan dengan menggungakan *software* POM QM yang outputnya diperlihatkan pada gambar 10 dan hasil ini sama dengan hasil yang diperoleh secara perhitungan manual.

	Dual Value	Slack/Surp...	Original Val	Lower Bou...	Upper Bou...
Constraint 1	0	6	70	64	Infinity
Constraint 2	0	.92	3	2.08	Infinity
Constraint 3	0	1	25	24	Infinity
Constraint 4	0	2	10	8	Infinity
Constraint 5	340000	0	20	20	20
Constraint 6	0	0	20	20	Infinity
Constraint 7	0	0	5	3.2	5
Constraint 8	0	0	8	6.75	8
Constraint 9	0	4.5	8	3.5	Infinity
Constraint 10	0	3.25	5	1.75	Infinity
Constraint 11	0	2.6	4	1.4	Infinity
Constraint 12	0	.5	1	.5	Infinity
Constraint 13	0	10	15	-Infinity	25
Constraint 14	0	5	27	-Infinity	32
Constraint 15	0	0	7	-Infinity	7
Constraint 16	0	0	7	0	7
Constraint 17	0	0	7	0	7
Constraint 18	0	0	2	0	2

Gambar 12. Analisis sensitivitas perubahan ruas kanan kendala (Sumber:POM QM)

Dengan demikian dapat diperoleh bahwa interval nilai ruas kanan kendala supaya solusi saat ini tetap optimal disajikan pada kolom 2 Tabel 10. Sedangkan interval nilai ruas kanan kendala yang membuat solusi saat ini tidak lagi optimal disajikan pada kolom 3 Tabel 10.

Tabel 10. Analisis Sensitivitas nilai ruas kanan kendala

Koofisien Ruas Kanan Kendala	Interval Nilai ruas kanan supaya BV Tetap Optimal	Interval ruas kanan sehingga BV Berubah
Kendala 1 (b_1)	$b_1 \geq 64$	$b_1 < 64$
Kendala 2 (b_2)	$b_2 \geq 2{,}08$	$b_2 < 2{,}08$
Kendala 3 (b_3)	$b_3 \geq 24$	$b_3 < 24$
Kendala 4 (b_4)	$b_4 \geq 8$	$b_4 < 8$
Kendala 5 (b_5)	$b_5 = 20$	$b_5 \neq 20$
Kendala 6 (b_6)	$b_6 \geq 20$	$b_6 < 20$
Kendala 7 (b_7)	$3{,}2 \leq b_7 \leq 5$	$b_7 < 3{,}2;\ b_7 > 5$
Kendala 8 (b_8)	$6{,}75 \leq b_8 \leq 8$	$b_8 < 6{,}75;\ b_8 > 8$
Kendala 9 (b_9)	$b_9 \geq 3{,}5$	$b_9 < 3{,}5$

Kendala 10 (b_{10})	$b_{10} \geq 1{,}75$	$b_{10} < 1{,}75$
Kendala 11 (b_{11})	$b_{11} \geq 1{,}4$	$b_{11} < 1{,}4$
Kendala 12 (b_{12})	$b_{12} \geq 0{,}5$	$b_{12} < 0{,}5$
Kendala 13 (b_{13})	$b_{13} \leq 25$	$b_{13} > 25$
Kendala 14 (b_{14})	$b_{14} \leq 32$	$b_{14} > 32$
Kendala 15 (b_{15})	$b_{15} \leq 7$	$b_{15} > 7$
Kendala 16 (b_{16})	$0 \leq b_{16} \leq 7$	$b_{16} < 0$; $b_{16} > 7$
Kendala 17 (b_{17})	$0 \leq b_{17} \leq 7$	$b_{17} < 0$; $b_{17} > 7$
Kendala 18 (b_{18})	$0 \leq b_{18} \leq 2$	$b_{18} < 0$; $b_{18} > 2$

Berdasarkan Tabel 10, dapat disimpulkan bahwa dapat dilakukan perubahan pada jumlah persediaan bahan baku pada setiap variabel. Jika perubahan pada konstanta ruas kanan kendala mengikuti interval pada kolom 2 Tabel 10 tersebut, maka tidak akan mempengaruhi solusi yang optimal.

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pada Bab IV maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Model optimisasi dari pengoptimalan produksi rempeyek di UMKM Rempeyek Ilham adalah :

Maksimumkan:

$$Z = 85.000\, x_1 + 85.000\, x_2 + 85.000\, x_3 + 85.000 + 85.000\, x_5 + 85.000\, x_6$$

Dengan kendala:

$$\begin{array}{llllllll}
0{,}8x_1 & +0{,}8x_2 & +0{,}8x_3 & +0{,}8x_4 & +0{,}8x_5 & +0{,}8x_6 & \leq & 70 \\
0{,}02x_1 & +0{,}03x_2 & +0{,}03x_3 & +0{,}03x_4 & +0{,}02x_5 & +0{,}03x_6 & \leq & 3 \\
0{,}3x_1 & +0{,}3x_2 & +0{,}3x_3 & +0{,}3x_4 & +0{,}3x_5 & +0{,}3x_6 & \leq & 25 \\
0{,}1x_1 & +0{,}1x_2 & +0{,}1x_3 & +0{,}1x_4 & +0{,}1x_5 & +0{,}1x_6 & \leq & 10 \\
0{,}25x_1 & +0{,}25x_2 & +0{,}25x_3 & +0{,}25x_4 & +0{,}25x_5 & +0{,}25x_6 & \leq & 20 \\
0{,}25x_1 & +0{,}25x_2 & +0{,}25x_3 & +0{,}25x_4 & +0{,}25x_5 & +0{,}25x_6 & \leq & 20 \\
0{,}2x_1 & & & & & & \leq & 5 \\
 & 0{,}25x_2 & & & & & \leq & 8 \\
 & & 0{,}5x_3 & & & & \leq & 8 \\
 & & & 0{,}25x_4 & & & \leq & 5 \\
 & & & & 0{,}2x_5 & & \leq & 4 \\
 & & & & & 0{,}25x_6 & \leq & 1 \\
x_1 & & & & & & \geq & 15 \\
 & x_2 & & & & & \geq & 27 \\
 & & x_3 & & & & \geq & 7 \\
 & & & x_4 & & & \geq & 7 \\
 & & & & x_5 & & \geq & 7 \\
 & & & & & x_6 & \geq & 2
\end{array}$$

2. Pendapatan dari hasil penjualan maksimum untuk 6 jenis rempeyek dengan menggunakan Metode *Big M* diperoleh oleh UMKM Rempeyek Ilham per harinya adalah sebesar Rp. 6.800.000 dengan memproduksi rempeyek teri sebanyak 25 Kg/hari, rempeyek kacang tanah sebanyak 32 Kg/hari, rempeyek sawi sebanyak 7 Kg/hari, rempeyek udang sebanyak 7 Kg/hari, rempeyek jagung sebanyak 7 Kg/hari dan rempeyek kedelai sebanyak 7 Kg/hari
3. Hasil analisis sensitivitas terhadap koefisien fungsi tujuan dan konstanta ruas kanan kendala yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa perubahan dengan menambahkan dan mengurangi nilai koefisien fungsi tujuan serta konstanta ruas kanan kendala akan mempengaruhi keoptimalan solusi. Akan tetapi, agar tetap optimal perubahan harus berdasarkan dengan batas atas maksimum dan batas bawah maksimum.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat penulis berikan adalah sebagai berikut :

Diharapkan dari hasil produksi optimal dengan Metode BIG M analisis sensitivitas UMKM Rempeyek Ilham dapat memperkirakan banyaknya persediaan bahan baku, sehingga semua sumber daya dapat digunakan seoptimal mungkin agar jumlah produksi yang didapatkan lebih optimal, dan untuk peneliti selanjutnya yang akan meneliti tentang keoptimalan produksi dapat menggunakan Metode lain.

DAFTAR PUSTAKA

Anton, Howard. 2010. Dasar-dasar Aljabar Linear jilid 1. Tangerang : Binarupa Aksara.

Assauri, Sofjan. 1998. Manajemen Produksi Dan Operasi. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.

Dimyati, Tjutju T., Akhmad. 1994. Operations Research: Model-model Pengambilan Keputusan. Bandung: PT Sinar Baru Algensindo.

Edward TD. 1980. Matematika untuk Ekonomi. Jakarta : Erlangga.

Indriati, K. 2019. Matriks, Vektor dan Program Linier. Jakarta: Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya.sitoru

Mulyono, Sri.2004.RISET OPERASI.Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.

Muslich, M. 2010. Metode Pengambilan Keputusan Kuantitatif. Jakarta : Bumi Aksara.

Ningsih, S. C. dan puji Handayani. 2020. Inovasi kemasan dan perluasan pemasaran usaha rempeyek di yogyakarta. jurnal pengabdian kepada masyarakat, 4(1), 6-17.

Parinduri, I., & Syafwan, H. 2016. Teknik Riset Operasi Menggunakan POM QM For Windows 3. Yogyakarta: Deepublish.

Rahmi, & Suryani, M. 2018. Buku Ajar Program Linier. Yogyakarta: Deepublish.

Rangkuti, A. 2019. 7 Model Riset Operasi & Aplikasinya**.** Sumatera Utara: Firstbox Media.

Ruminta. 2014. Matriks Persamaan Linier Dan Pemprograman Linier. Bandung : Rekayasa Sains.

Siswanto. 2007. *Operations Research.* Jakarta : Erlangga.

Subagyo P, Asri M, dan Handoko H. 1986. Dasar-Dasar Operations Research. Cetakan 2. Yogyakarta: BPFE.

Suyitno H. 2014. Program Linier. Semarang: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.

Taha, Hamdy. 2017. *Operations Research An Introduction. Upper Saddle River: Person Education, Inc.*

Tarmizi, 2005. Optimasi Usaha Tani Dalam Pemanfaatan Air Irigasi Embung Leubuk Aceh Besar (Skripsi). Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Unsyiah. Banda Aceh.

Wibowo, D. H., Zainul Arifin dan Sunarti. 2015. Analisis Strategi Pemasaran Untuk Meningkatkan Daya Saing Umkm (Studi Pada Batik Diajeng Solo). Jurnal Administrasi Bisnis. 29(1):59-66.

Wijaya, Andi. 2012. Pengantar Riset Operasi. Edisi kedua. Jakarta: Mitra Wacana Media.

Wijaya, Andi. 2013. Pengantar Riset Operasi Edisi 3. Jakarta : Mitra Wacana Media.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Penyelesaian Metode *Big M*

1. Iterasi 0

Var basic	Z	X1	X2	X3	X4	X5	X6	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	A1	A2	A3	A4	A5	A6	RHS	Indeks
Z	1	-(85000 +M)	-(85000+M)	-(85000+M)	-(85000+M)	-(85000+M)	-(85000+M)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	M	M	M	M	M	M	0	0	0	0	0	0	-65M	
S1	0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	87.5
S2	0	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	100
S3	0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	83.3333
S4	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	100
S5	0	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	80
S6	0	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	80
S7	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	#DIV/0!
S8	0	0	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	#DIV/0!
S9	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	#DIV/0!
S10	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	#DIV/0!
S11	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	#DIV/0!
S12	0	0	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
A1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	15	#DIV/0!
A2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	27	#DIV/0!
A3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	7	#DIV/0!
A4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	7	#DIV/0!
A5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	7	#DIV/0!
A6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	2	2

Menentukan kolom kunci **(*entering variabel*)** dan *baris kunci* ***(leaving variabel)***. Berulang hingga menemukan tabel optimal. Berdasarkan tabel di atas A_6 merupakan kolom kunci karena memuat nilai negatif pada Baris Z yaitu –(85000+M) sedangkan x_6 merupakan baris kunci karena memiliki nilai *indeks* terkecil yaitu **2.** Selanjutnya melakukan iterasi ke-1 metode *Big M* disajikan pada Tabel di bawah ini.

2. Iterasi 1

Var basic	Z	X1	X2	X3	X4	X5	X6	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	A1	A2	A3	A4	A5	A6	RHS	Indeks
Z	1	-(85000 +M)	-(85000 +M)	-(85000+M)	-(85000+M)	-(85000+M)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	M	M	M	M	M	-85000	0	0	0	0	0	85000+M	-63M+170000	
S1	0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8	0	0	0	0	0	-0.8	68.4	85.5
S2	0	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0	-0.03	2.94	98
S3	0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	-0.3	24.4	81.333
S4	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	-0.1	9.8	98
S5	0	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	-0.25	19.5	78
S6	0	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	-0.25	19.5	78
S7	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	######
S8	0	0	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	######
S9	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	16
S10	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	######
S11	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	######
S12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	-0.25	0.5	######
A1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	15	######
A2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	27	######
A3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	7	7
A4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	7	######
A5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	7	######
X6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	2	######

Berdasarkan tabel di atas masih belum Optimal dikarena baris Z masih memiliki nilai negatif yaitu, A_3 merupakan kolom kunci karena memuat nilai negatif pada Baris Z = –(85000+M) sedangkan x_3 merupakan baris kunci karena memiliki nilai *indeks* terkecil yaitu **7.** Selanjutnya melakukan iterasi ke-2 metode *Big M* disajikan pada Tabel di bawah ini.

3. Iterasi 2

Var basic	Z	X1	X2	X3	X4	X5	X6	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	A1	A2	A3	A4	A5	A6	RHS	Indeks
Z	1	-(85000+M)	-(85000 +M)	0	-(85000 +M)	-(85000 +M)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	M	M	-85000	M	M	-85000	0	0	85000+M	0	0	85000+M	-56M+765000	
S1	0	0.8	0.8	0	0.8	0.8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8	0	0	0.8	0	0	-0.8	0	0	-0.8	62.8	78.5
S2	0	0.02	0.03	0	0.03	0.02	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0	0	0.03	0	0	-0.03	0	0	-0.03	2.73	91
S3	0	0.3	0.3	0	0.3	0.3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0.3	0	0	-0.3	0	0	-0.3	22.3	74.333
S4	0	0.1	0.1	0	0.1	0.1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0.1	0	0	-0.1	0	0	-0.1	9.1	91
S5	0	0.25	0.25	0	0.25	0.25	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.25	0	0	0.25	0	0	-0.25	0	0	-0.25	17.75	71
S6	0	0.25	0.25	0	0.25	0.25	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.25	0	0	0.25	0	0	-0.25	0	0	-0.25	17.75	71
S7	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	######
S8	0	0	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	######
S9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	-0.5	0	0	0	4.5	######
S10	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	20
S11	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	######
S12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	-0.25	0.5	######
A1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	15	######
A2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	27	######
X3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	7	######
A4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	7	7
A5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	7	######
X6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	2	######

Berdasarkan tabel di atas masih belum Optimal dikarena baris Z masih memiliki nilai negatif yaitu, A_4 merupakan kolom kunci karena memuat nilai negatif pada Baris Z = –(85000+M) sedangkan x_4 merupakan baris kunci karena memiliki nilai *indeks* terkecil yaitu **7.** Selanjutnya melakukan iterasi ke-3 metode *Big M* disajikan pada Tabel di bawah ini.

4. Iterasi 3

Var basic	Z	X1	X2	X3	X4	X5	X6	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	A1	A2	A3	A4	A5	A6	RHS	Indeks
Z	1	-(85000+M)	-(85000+M)	0	0	-(85000 +M)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	M	M	-85000	-85000	M	-85000	0	0	85000+M	85000+M	0	85000+M	-49M+1360000	
S1	0	0.8	0.8	0	0	0.8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8	0.8	0	0.8	0	0	-0.8	-0.8	0	-0.8	57.2	71.5
S2	0	0.02	0.03	0	0	0.02	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0.03	0	0.03	0	0	-0.03	-0.03	0	-0.03	2.52	126
S3	0	0.3	0.3	0	0	0.3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0.3	0	0.3	0	0	-0.3	-0.3	0	-0.3	20.2	67.333
S4	0	0.1	0.1	0	0	0.1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0	0.1	0	0	-0.1	-0.1	0	-0.1	8.4	84
S5	0	0.25	0.25	0	0	0.25	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.25	0.25	0	0.25	0	0	-0.25	-0.25	0	-0.25	16	64
S6	0	0.25	0.25	0	0	0.25	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.25	0.25	0	0.25	0	0	-0.25	-0.25	0	-0.25	16	64
S7	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	######
S8	0	0	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	######
S9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	-0.5	0	0	0	4.5	######
S10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	-0.25	0	0	3.25	######
S11	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	20
S12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	-0.25	0.5	######
A1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	15	######
A2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	27	######
X3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	7	######
X4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	7	######
A5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	7	7
X6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	2	######

Berdasarkan tabel di atas masih belum Optimal dikarena baris Z masih memiliki nilai negatif yaitu, $\boldsymbol{A_5}$ merupakan kolom kunci karena memuat nilai negatif pada Baris Z = –(85000+M) sedangkan $\boldsymbol{x_5}$ merupakan baris kunci karena memiliki nilai *indeks* terkecil yaitu **7.** Selanjutnya melakukan iterasi ke-4 metode *Big M* disajikan pada Tabel di bawah ini.

5. Iterasi 4

Var basic	Z	X1	X2	X3	X4	X5	X6	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	A1	A2	A3	A4	A5	A6	RHS	Indeks
Z	1	-(85000 +M)	-(85000 +M)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	M	M	-85000	-85000	-85000	-85000	0	0	85000+M	85000+M	85000+M	85000+M	-47M+1955000	
S1	0	0.8	0.8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8	0.8	0.8	0.8	0	0	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	51.6	64.5
S2	0	0.02	0.03	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0.03	0.02	0.03	0	0	-0.03	-0.03	-0.02	-0.03	2.38	119
S3	0	0.3	0.3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0.3	0.3	0.3	0	0	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	18.1	60.333
S4	0	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	7.7	77
S5	0	0.25	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.25	0.25	0.25	0.25	0	0	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	14.25	57
S6	0	0.25	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.25	0.25	0.25	0.25	0	0	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	14.25	57
S7	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	25
S8	0	0	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	######
S9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	-0.5	0	0	0	4.5	######
S10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	-0.25	0	0	3.25	######
S11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	-0.2	0	2.6	######
S12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	-0.25	0.5	######
A1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	15	15
A2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	27	######
X3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	7	######
X4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	7	######
X5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	7	######
X6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	2	######

Berdasarkan tabel di atas masih belum Optimal dikarena baris Z masih memiliki nilai negatif yaitu, A_1 merupakan kolom kunci karena memuat nilai negatif pada Baris Z = –(85000+M) sedangkan x_1 merupakan baris kunci karena memiliki nilai *indeks* terkecil yaitu **15.** Selanjutnya melakukan iterasi ke-5 metode *Big M* disajikan pada Tabel di bawah ini.

6. Iterasi 5

Var basic	Z	X1	X2	X3	X4	X5	X6	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	A1	A2	A3	A4	A5	A6	RHS	Indeks
Z	1	0	-(85000+M)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-85000	M	-85000	-85000	-85000	-85000	85000+M	0	85000+M	85000+M	85000+M	85000+M	-27M+3230000	
S1	0	0	0.8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8	0	0.8	0.8	0.8	0.8	-0.8	0	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	39.6	49.5
S2	0	0	0.03	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0	0.03	0.03	0.02	0.03	-0.02	0	-0.03	-0.03	-0.02	-0.03	2.08	69.333
S3	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0.3	0.3	0.3	0.3	-0.3	0	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	13.6	45.333
S4	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0.1	0.1	0.1	0.1	-0.1	0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	6.2	62
S5	0	0	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0.25	0	0.25	0.25	0.25	0.25	-0.25	0	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	10.5	42
S6	0	0	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0.25	0	0.25	0.25	0.25	0.25	-0.25	0	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	10.5	42
S7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	-0.2	0	0	0	0	0	2	######
S8	0	0	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	32
S9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	-0.5	0	0	0	4.5	######
S10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	-0.25	0	0	3.25	######
S11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	-0.2	0	2.6	######
S12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	-0.25	0.5	######
X1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	15	######
A2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	27	27
X3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	7	######
X4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	7	######
X5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	7	######
X6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	2	######

Berdasarkan tabel di atas masih belum Optimal dikarena baris Z masih memiliki nilai negatif yaitu, A_2 merupakan ***entering variabel*** (kolom kunci) karena memuat nilai negatif pada Baris Z = –(85000+M) sedangkan x_2 merupakan ***leaving variabel*** (baris kunci) karena memiliki nilai *indeks* terkecil yaitu **27.** Selanjutnya melakukan iterasi ke-6 metode *Big M* disajikan pada Tabel di bawah ini.

7. Iterasi 6

Var basic	Z	X1	X2	X3	X4	X5	X6	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	A1	A2	A3	A4	A5	A6	RHS	Indeks
Z	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-85000	-85000	-85000	-85000	-85000	-85000	85000+M	85000+M	85000+M	85000+M	85000+M	85000+M	5525000	
S1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	18	22.5
S2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	-0.02	-0.03	-0.03	-0.03	-0.02	-0.03	1.27	63.5
S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	5.5	18.333
S4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	3.5	35
S5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	3.75	15
S6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	3.75	15
S13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	-0.2	0	0	0	0	0	2	10
S8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	-0.25	0	0	0	0	1.25	######
S9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	-0.5	0	0	0	4.5	######
S10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	-0.25	0	0	3.25	######
S11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	-0.2	0	2.6	######
S12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	-0.25	0.5	######
X1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	15	-15
X2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	27	######
X3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	7	######
X4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	7	######
X5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	7	######
X6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	2	######

Berdasarkan tabel di atas masih belum Optimal dikarena baris Z masih memiliki nilai negatif yaitu, S_{13} merupakan ***entering variabel*** (kolom kunci) karena memuat nilai negatif pada Baris Z = –85000 sedangkan S_7 merupakan ***leaving variabel*** (baris kunci) karena memiliki nilai *indeks* terkecil yaitu **10.** Selanjutnya melakukan iterasi ke-7 metode *Big M* disajikan pada Tabel di bawah ini.

8. Iterasi 7

Var basic	Z	X1	X2	X3	X4	X5	X6	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	A1	A2	A3	A4	A5	A6	RHS	Indeks
Z	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	425000	0	0	0	0	0	0	-85000	-85000	-85000	-85000	-85000	M	85000+M	85000+M	85000+M	85000+M	85000+M	6375000	
S1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-4	0	0	0	0	0	0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	10	12.5
S2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	-0.1	0	0	0	0	0	0	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0	-0.03	-0.03	-0.03	-0.02	-0.03	1.07	35.667
S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-1.5	0	0	0	0	0	0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	2.5	8.3333
S4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-0.5	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	2.5	25
S5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-1.25	0	0	0	0	0	0	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	1.25	5
S14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1.25	0	0	0	0	0	0	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	1.25	5
S13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	10	######
S8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	-0.25	0	0	0	0	1.25	5
S9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	-0.5	0	0	0	4.5	######
S10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	-0.25	0	0	3.25	######
S11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	-0.2	0	2.6	######
S12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	-0.25	0.5	######
X1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	######
X2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	27	-27
X3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	7	######
X4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	7	######
X5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	7	######
X6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	2	######

Berdasarkan tabel di atas masih belum Optimal dikarena baris Z masih memiliki nilai negatif yaitu, S_{14} merupakan ***entering variabel*** (kolom kunci) karena memuat nilai negatif pada Baris Z = –85000 sedangkan S_6 merupakan ***leaving variabel*** (baris kunci) karena memiliki nilai *indeks* terkecil yaitu **5.** Selanjutnya melakukan iterasi ke-7 metode *Big M* disajikan pada Tabel di bawah ini.

9. Iterasi 8 (Tabel Optimal)

Var basic	Z	X1	X2	X3	X4	X5	X6	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	A1	A2	A3	A4	A5	A6	RHS
Z	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	340000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	M	M	M	M	M	M	6800000
S1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	-3.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
S2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-0.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.01	0	0	0	0	0	0.01	0	0.92
S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
S4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
S5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	-5	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	-1	-1	-1	-1	-1	5
S13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	5
S8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	1	0	0	0	0	0	0	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	0	0	0.25	0.25	0.25	0.25	0
S9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	-0.5	0	0	0	4.5
S10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	-0.3	0	0	3.25
S11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	-0.2	0	2.6
S12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	-0.25	0.5
X1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
X2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	-5	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	-1	-1	-1	-1	32
X3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	7
X4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	7
X5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	7
X6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	2

Pada tabel di atas sudah Optimal dikarena baris Z sudah tidak memiliki nilai negatif dan diperoleh nilai Z= 6800000 dengan nilai $x_1 = 25$, $x_2 = 32$, $x_3 = 7$, $x_4 = 7$, $x_5 = 7$ dan $x_6 = 2$

Lampiran 2. Input fungsi tujuan dan kendala ke dalam *software Pom QM*

	X1	X2	X3	X4	X5	X6		RHS	Equation form
Maximize	85000	85000	85000	85000	85000	85000			Max 85000X1 + 85000X...
Constraint 1	.8	.8	.8	.8	.8	.8	<=	70	.8X1 + .8X2 + .8X3 + ...
Constraint 2	.02	.03	.03	.03	.02	.03	<=	3	.02X1 + .03X2 + .03X3 ...
Constraint 3	.3	.3	.3	.3	.3	.3	<=	25	.3X1 + .3X2 + .3X3 + ...
Constraint 4	.1	.1	.1	.1	.1	.1	<=	10	.1X1 + .1X2 + .1X3 + ...
Constraint 5	.25	.25	.25	.25	.25	.25	<=	20	.25X1 + .25X2 + .25X3 ...
Constraint 6	.25	.25	.25	.25	.25	.25	<=	20	.25X1 + .25X2 + .25X3 ...
Constraint 7	.2	0	0	0	0	0	<=	5	.2X1 <= 5
Constraint 8	0	.25	0	0	0	0	<=	8	.25X2 <= 8
Constraint 9	0	0	.5	0	0	0	<=	8	.5X3 <= 8
Constraint 10	0	0	0	.25	0	0	<=	5	.25X4 <= 5
Constraint 11	0	0	0	0	.2	0	<=	4	.2X5 <= 4
Constraint 12	0	0	0	0	0	.25	<=	1	.25X6 <= 1
Constraint 13	1	0	0	0	0	0	>=	15	X1 >= 15
Constraint 14	0	1	0	0	0	0	>=	27	X2 >= 27
Constraint 15	0	0	1	0	0	0	>=	7	X3 >= 7
Constraint 16	0	0	0	1	0	0	>=	7	X4 >= 7
Constraint 17	0	0	0	0	1	0	>=	7	X5 >= 7
Constraint 18	0	0	0	0	0	1	>=	2	X6 >= 2

Lampiran 3. Output Solusi Optimal dari *software POM QM*

	X1	X2	X3	X4	X5	X6		RHS	Dual
Maximize	85000	85000	85000	85000	85000	85000			
Constraint 1	.8	.8	.8	.8	.8	.8	<=	70	0
Constraint 2	.02	.03	.03	.03	.02	.03	<=	3	0
Constraint 3	.3	.3	.3	.3	.3	.3	<=	25	0
Constraint 4	.1	.1	.1	.1	.1	.1	<=	10	0
Constraint 5	.25	.25	.25	.25	.25	.25	<=	20	340000
Constraint 6	.25	.25	.25	.25	.25	.25	<=	20	0
Constraint 7	.2	0	0	0	0	0	<=	5	0
Constraint 8	0	.25	0	0	0	0	<=	8	0
Constraint 9	0	0	.5	0	0	0	<=	8	0
Constraint 10	0	0	0	.25	0	0	<=	5	0
Constraint 11	0	0	0	0	.2	0	<=	4	0
Constraint 12	0	0	0	0	0	.25	<=	1	0
Constraint 13	1	0	0	0	0	0	>=	15	0
Constraint 14	0	1	0	0	0	0	>=	27	0
Constraint 15	0	0	1	0	0	0	>=	7	0
Constraint 16	0	0	0	1	0	0	>=	7	0
Constraint 17	0	0	0	0	1	0	>=	7	0
Constraint 18	0	0	0	0	0	1	>=	2	0
Solution->	25	32	7	7	7	2		6800000	

Lampiran 4. Contoh Analisis Sensitivitas

Di ketahui tabel simpleks primal:

Tabel awal simpleks analisis sensitivitas

BV	Z	X_1	X_2	X_3	S_1	S_2	S_3	**Solusi**
$\boldsymbol{Z}$	1	-60	-30	-20	0	0	0	0
$\boldsymbol{S_1}$	0	8	6	1	1	0	0	48
$\boldsymbol{S_2}$	0	4	2	1,5	0	1	0	20
$\boldsymbol{S_3}$	0	2	1,5	0,5	0	0	1	8

Tabel optimal

Tabel optimal simpleks analisis sensitivitas

BV	Z	x_1	x_2	x_3	S_1	S_2	S_3	**Solusi**
$\boldsymbol{Z}$	1	0	5	0	0	10	10	280
$\boldsymbol{S_1}$	0	0	-2	0	1	2	-8	24
$\boldsymbol{x_3}$	0	0	-2	1	0	2	-4	8
$\boldsymbol{x_1}$	0	1	1,25	0	0	-0,5	1,5	2

Sehingga diperoleh:

Variabel basis atau BV = $BV = \{S_1, x_3, x_1\} \Rightarrow X_{BV} = \begin{bmatrix} S_1 \\ x_3 \\ x_1 \end{bmatrix}$

$\Rightarrow C_{BV} = [0 \quad 20 \quad 60]$ yang berasa dari koefisien X_{BV} pada fungsi tujuan

$\Rightarrow B = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 8 \\ 0 & 1,5 & 4 \\ 0 & 0,5 & 2 \end{bmatrix}$ yang berasal dari koefisien X_{BV} pada kendala

$\Rightarrow B^{-1} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & -8 \\ 0 & 2 & -4 \\ 0 & -0,5 & 1,5 \end{bmatrix}$

1. Analisis perubahan koefisien variabel basis pada fungsi tujuan

Mengubah C_{BV} sehingga beberapa koefisien pada baris 0 dari tabel optimal akan berubah.

Merujuk pada model LP di atas:

- x_1 merupakan variabel basis dengan koefisiennya pada fungsi tujuan : C_1 = 60
- Asumsikan C_1 berubah dari 60 menjadi C_1 = *60* + h, maka akan dianalisis pada keadaan h bagaimana BV = $\{S_1, x_3, x_1\}$ diharapkan tetap optimal !

Dalam hal ini, hal yang perlu diperhatikan adalah
C_{BV} berubah dari $[0 \quad 20 \quad 60]$ menjadi $[0 \quad 20 \quad 60+h]$. Jika diharapkan BV tidak berubah, maka koefisien dari variabel-variabel nonbasis pada baris 0 tabel optimal harus tetap bernilai positif. Ingat: BV = $\{x_2, S_2, S_3\}$.

a. Koofisien x_2 yaitu $\widehat{C_2}$

$$\widehat{C_2} = C_{BV}B^{-1}a_2 - c_2 = [0 \quad 20 \quad 60+h]\begin{bmatrix}1 & 2 & -8\\ 0 & 2 & -4\\ 0 & -0{,}5 & 1{,}5\end{bmatrix}\begin{bmatrix}6\\ 2\\ 1{,}5\end{bmatrix} - 30$$

Supaya x_2 tidak menjadi *entering variabel*, maka haruslah

$$\widehat{C_2} \geq 0 \Longrightarrow 5 + 1{,}25h \geq 0 \Longrightarrow 1{,}25h \geq -5 \Longrightarrow h \geq -\frac{5}{1{,}25} \Longrightarrow h \geq -4$$

b. Koefisien S_2

$$C_{BV}B^{-1}\begin{bmatrix}0\\ 1\\ 0\end{bmatrix} - 0 = [0 \quad 20 \quad 60+h]\begin{bmatrix}1 & 2 & -8\\ 0 & 2 & -4\\ 0 & -0{,}5 & 1{,}5\end{bmatrix}\begin{bmatrix}0\\ 1\\ 0\end{bmatrix} - 0$$

$$= 10 - 0{,}5h$$

Supaya koefisien S_2 tetap positif, maka haruslah

$$10 - 0{,}5h \geq 0 \Longrightarrow -0{,}5h \geq -10 \Longrightarrow h \geq \frac{-10}{-0{,}5} \Longrightarrow h \leq 20$$

c. Koefisien S_3

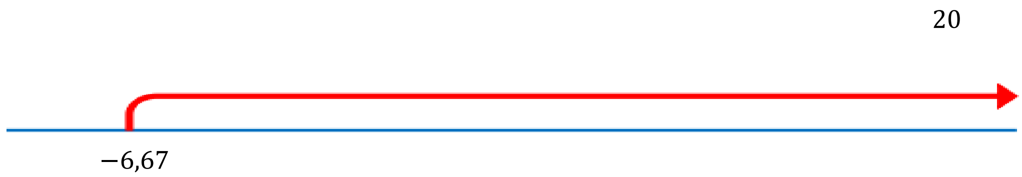
$$C_{BV}B^{-1}\begin{bmatrix}0\\ 0\\ 1\end{bmatrix} - 0 = [0 \quad 20 \quad 60+h]\begin{bmatrix}1 & 2 & -8\\ 0 & 2 & -4\\ 0 & -0{,}5 & 1{,}5\end{bmatrix}\begin{bmatrix}0\\ 0\\ 1\end{bmatrix} - 0$$

$$= 10 + 1{,}5h$$

Supaya koefisien S_2 tetap positif, maka haruslah

$$10 + 1{,}5h \geq 0 \Longrightarrow 1{,}5h \geq -10 \Longrightarrow h \geq -\frac{10}{1{,}5} \Longrightarrow h \geq -\frac{20}{3} \Longrightarrow h \geq -6{,}67$$

Irisan dari $h \geq -4, h \leq 20, h \geq -6{,}67$



BV = $\{S_1, x_3, x_1\}$ akan tetap optimal dan titik optimum tidak berubah, jika

$-4 \geq h \leq 20$

$\Longrightarrow -4 + 60 \geq h + 60 \leq 20 + 60$

$\Longrightarrow 56 \geq C_1 \geq 80$

Walau BV = $\{S_1, x_3, x_1\}$ tetap optimal dan titik optimum juga tidak berubah jika C_1 berubah (dengan $56 \geq C_1 \geq 80$), namun perubahan nilai C_1 dapat menyebabkan perubahan nilai optimum (Z). Hal ini dikarenakan nilai fungsi tujuan (Z) mengikuti rumus $C_{BV}B^{-1}b$, dimana C_1 merupakan entri dari C_{BV}.

2. Perubahan pada ruas kanan kendala ($\boldsymbol{b}$)

Merujuk pada model LP di atas:

- b_2 merupakan ruas kanan pada kendala kedua: b_2 = 20
- Asumsikan b_2 berubah dari 20 menjadi b_2 = *20* + h, maka akan dianalisis pada keadaan h bagaimana BV = $\{S_1, x_3, x_1\}$ diharapkan tetap optimal !

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam hal ini adalah

Jika b_2 = *20* + h, maka ruas kanan kendala pada tabel optimal menjadi :

$$B^{-1}b = \begin{bmatrix} 1 & 2 & -8 \\ 0 & 2 & -4 \\ 0 & -0{,}5 & 1{,}5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 48 \\ 20 + h \\ 8 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 24 + 2h \\ 8 + 2h \\ 2 - 0{,}5h \end{bmatrix}$$

Solusi basis akan tetap optimal jika semua variabel basis itu bernilai nonnegatif sehingga harus lah

$\Longrightarrow 24 + 2h \geq 0 \Longrightarrow 2h \geq -24 \Longrightarrow h \geq -12$

$\Longrightarrow 8 + 2h \geq 0 \Longrightarrow 2h \geq -8 \Longrightarrow h \geq -4$

$\Longrightarrow 2 - 0{,}5h \geq 0 \Longrightarrow -0{,}5h \geq -2 \Longrightarrow h \leq 4$

Irisan dari $h \geq -12$, $h \geq -4$, dan $h \leq 4$ adalah $-4 \leq h \leq 4$

BV = $\{S_1, x_3, x_1\}$ akan tetap optimal dan titik optimum tidak berubah, jika

$-4 \geq h \leq 4$

$-4 + 20 \geq h + 20 \leq 4 + 20$

$16 \geq b_2 \geq 24$

Walau BV = $\{S_1, x_3, x_1\}$ tetap optimal jika b_2 berubah $16 \geq b_2 \geq 24$, namun perubahan nilai b_2 dapat menyebabkan perubahan titik optimum dan nilai optimum (z). Hal ini dikarenakan titik optimum diperoleh dari $B^{-1}b$ dan fungsi tujuan (z) mengikuti rumus $C_{BV}B^{-1}b$ (dimyati, 1994).

Lampiran 5. Bukti Penelitian





Lampiran 6. Lembar Validasi

LEMBAR VALIDASI

PEDOMAN WAWANCARA

A. Identitas Validator

Nama validator : Syamsyida Rozi, S.Si., M.Si

NIP : 198407292019032012

B. Petunjuk Pengisian Validasi

Lembar pengisian ini dimaksudkan untuk mengumpulkan informasi yang akan digunakan dalam menilai instrument penelitian yang berjudul "Optimasi Produksi dengan Metode Big M serta Analisis Sensitivitas di UMKM Rempeyek Ilham" yang dilakukan oleh:

Peneliti : Wahyu Ningsih

Prodi : Matematika

Petunjuk :

1. Kepada bapak/ibu berkenan memberi tanda ceklis pada kolom penilaian yang telah disesuaikan dengan kriteria

1 = Kurang Baik 3 = Baik

2 = Cukup Baik 4 = Sangat Baik

No.	Aspek Yang Diamati	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
1.	Kesesuaian Wawancara dengan tujuan wawancara				
2.	Pedoman wawancara layak digunakan untuk memenuhi data atau informasi yang dibutuhkan pada penelitian				
3.	Pertanyaan wawancara mudah dipahami				
4.	Bahasa yang digunakan tidak mengandung makna ganda				
5.	Maksud dari pernyataan dirumuskan dengan singkat dan jelas				

Jambi,
Mengetahui

Syamsyida Rozi, S.Si., M.Si
NIP. 198407292019032012