

**OPTIMASI PENDISTRIBUSIAN PAKAN TERNAK AYAM
DENGAN MENGGUNAKAN *LEAST COST* DAN
METODE *MODIFIED DISTRIBUTION* DI
PT. MABAR FEED INDONESIA**

SKRIPSI

**WIDYA TANTRI ASTUTI
73154015**



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA MEDAN
2020**

**OPTIMASI PENDISTRIBUSIAN PAKAN TERNAK AYAM
DENGAN MENGGUNAKAN *LEAST COST* DAN
METODE *MODIFIED DISTRIBUTION* DI
PT. MABAR FEED INDONESIA**

SKRIPSI

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Mencapai Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)
Dalam Sains dan Teknologi*

**WIDYA TANTRI ASTUTI
73154015**



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA MEDAN
2020**

PERSETUJUAN SKRIPSI

Hal : Surat Persetujuan Skripsi

Lamp : -

Kepada Yth.,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara,

Nama	: Widya Tantri Astuti
Nomor Induk Mahasiswa	: 73154015
Program Studi	: Matematika
Judul	: Optimasi Pendistribusian Pakan Ternak Ayam Dengan Menggunakan Least Cost Dan Metode Modified Distribution di PT. Mabar Feed Indonesia.

dapat disetujui untuk segera di *munaqasyah* kan. Atas perhatiannya kami ucapkan terimakasih.

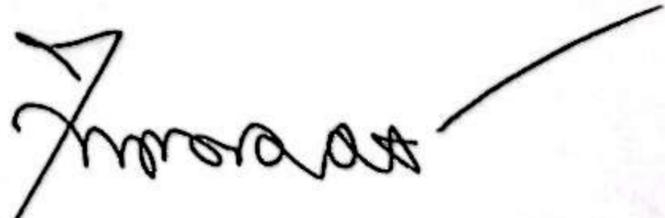
Medan, 10 November 2020 M
24 Rabiul Awal 1442 H

Komisi Pembimbing,

Pembimbing Skripsi I,


Dr. Hamidah Nasution, M.Si
NIP.196707061995122001

Pembimbing Skripsi II,


Dr. Ismail Husein, M.Si
NIDN.2022049101



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA MEDAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. IAIN No. 1 Medan 20235
Telp. (061) 6615683-6622925, Fax. (061) 6615683
Uri: <http://saintek.uinsu.ac.id>, E-mail: saintek@uinsu.ac.id

PENGESAHAN SKRIPSI

Nomor: 222/ST/ST.V.2/PP.01.1/12/2021

Judul : Optimasi Pendistribusian Pakan Ternak Ayam Dengan Menggunakan Least Cost Dan Metode Modified Distribution di PT. Mabar Feed Indonesia.

Nama : Widya Tantri Astuti

Nomor Induk Mahasiswa : 73154015

Program Studi : Matematika

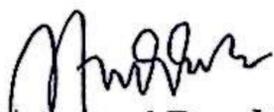
Fakultas : Sains dan Teknologi

Telah dipertahankan di hadapan Dewan Penguji Skripsi Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan dan dinyatakan **LULUS**.

Pada hari/tanggal : Selasa, 10 November 2020

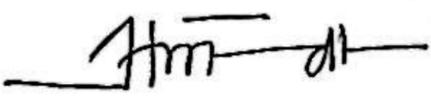
Tempat : Ruang Sidang Fakultas Sains dan Teknologi

Tim Ujian Munaqasyah,
Ketua,


Dr. Sajaratud Dur, M.T.
NIDN. 2013107302

Dewan Penguji,

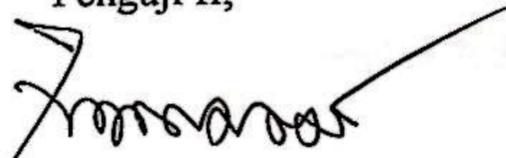
Penguji I,


Dr. Hamidah Nasution, M.Si
NIP.196707061995122001

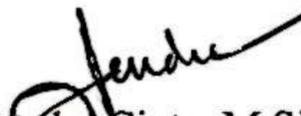
Penguji III,


Dr. Sajaratud Dur, M.T.
NIDN. 2013107302

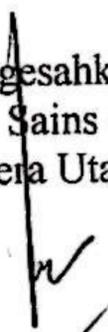
Penguji II,


Dr. Ismail Husein, M.Si
NIDN.2022049101

Penguji IV,


Hendra Cipta, M.Si
NIDN. 2002078902

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sumatera Utara Medan,


Dr. H. M. Jamil, M.A.
NIDN. 2010096601

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Widya Tantri Astuti
Nomor Induk Mahasiswa : 73154015
Program Studi : Matematika
Judul : Optimasi Pendistribusian Pakan Ternak Ayam Dengan Menggunakan Least Cost dan Metode Modified Distribution di PT. Mabar Feed Indonesia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya. Apabila di kemudian hari ditemukan plagiat dalam skripsi ini maka saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Medan, 10 November 2020



Widya Tantri Astuti
NIM. 73154015

ABSTRAK

Model optimasi merupakan salah satu model analisis sistem yang diidentikkan dengan operation research. Metode transportasi merupakan bagian dari program linier yang digunakan untuk mengatur dan mendistribusikan sumber-sumber yang menyediakan produk ketempat-tempat yang membutuhkan untuk mencapai efisiensi biaya transportasi. Prinsip kerja metode *Least Cost* ialah pemberian prioritas pengalokasian yang mempunyai ongkos satuan terkecil (biaya per unit terkecil). Metode MODI (*Modified Distribution*) merupakan metode penyelesaian kasus transportasi yang dikembangkan dari metode Stepping Stone. Penelitian ini dilakukan pada PT. Mabar Feed Indonesia yang bergerak di bidang pakan. Penelitian ini bertujuan untuk penentuan meminimumkan biaya transportasi pada PT. Mabar Feed Indonesia yang nantinya akan menjadi masukan bagi perusahaan tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biaya transportasi sebelum dilakukan minimalisasi ialah Rp 48.044.800. Kemudian biaya yang dikeluarkan setelah dilakukan menggunakan metode Least Cost pada solusi awal ialah sebesar Rp 43.819.300. Setelah menggunakan metode *Least Cost* kemudian dilakukan dengan solusi akhir yaitu MODI agar lebih optimal dan jumlah biaya transportasinya ialah sebesar Rp 35.850.800.

Kata Kunci : Metode Transportasi, Optimasi, *Least Cost*, MODI.

ABSTRACT

The optimization model is one of the systems analysis models identified with operation research. The transportation method is part of a linear program that is used to organize and distribute resources that provide products to places where they are needed to achieve transportation cost efficiency. The working principle of the Least Cost method is to give allocation priority that has the smallest unit cost (the smallest unit cost). The MODI (Modified Distribution) method is a method of solving transportation cases developed from the Stepping Stone method. This research was conducted at PT. Mabbar Feed Indonesia which is engaged in the feed sector. This study aims to determine minimizing transportation costs at PT. Mabbar Feed Indonesia which will later become input for the company. The results showed that the transportation cost before minimization was Rp 48.044.800 . Then the costs incurred after using the Least Cost method in the initial solution amounted to Rp 43.819.300 . After using the Least Cost method, the final solution is to make MODI more optimal and the total transportation cost is Rp 35.850.800 .

Key Words: Transportation Method, Optimization, Least Cost, MODI

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT atas rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Optimasi Pendistribusian Pakan Ternak Ayam Dengan Menggunakan Least Cost dan Metode Modified Distribution di PT. Mabar Feed Indonesia”.

Penulisan skripsi ini dapat diselesaikan dengan bantuan baik moril maupun materil serta dorongan dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Saidurrahman, M.Ag. selaku Rektor UIN Sumatera Utara Medan.
2. Dr. H. M. Jamil, M.A. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan.
3. Dr. Sajaratud Dur, ST., MT Selaku Ketua Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan, serta dosen-dosen dan staff administrasi yang telah membantu selama proses perkuliahan.
4. Dr. Hamidah Nasution, M.Si dan Dr. Ismail Husein, M.Si selaku Pembimbing Skripsi yang telah memberikan motivasi dan bimbingan selama proses penyelesaian skripsi.
5. Dr. Riri Syafitri Lubis, M.Si selaku dosen Penasehat Akademik yang telah memberikan bimbingan selama menempuh pendidikan di Fakultas Sain dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan.
6. Bapak Wiwin Wibisono dan Ibu Wamiatun selaku orang tua yang telah membimbing dan mengarahkan dengan penuh kasih sayang serta memberikan arti sebuah kesabaran dalam menjalani kehidupan, serta kepada keluarga besar matematika stambuk 2015 yang senantiasa memberikan tawa, duka, semangat, dan motivasi.
7. Bapak Hamdan selaku Manajer HRD yang telah mengizinkan saya untuk mengambil data penelitian pada PT. Mabar Feed Indonesia.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan keilmuan. Kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan untuk perbaikan dimasa yang akan datang.

Medan, 13 Februari 2020
Penulis,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Widya Tantri Astuti', with a stylized flourish at the end.

Widya Tantri Astuti

DAFTAR ISI

PERSETUJUAN SKRIPSI	i
PENGESAHAN SKRIPSI	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Operasi Riset.....	6
2.2 Metode Transportasi	7
2.3 Penentuan Pemecahan Awal	11
2.3.1 Metode Biaya Terkecil (<i>Least Cost</i>)	11
2.4 Pengujian Optimalitas.....	12
2.4.1 <i>Modified Distribution Method</i>	12
2.5 Penelitian Terdahulu	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	16
3.2 Jenis Penelitian.....	16
3.3 Variabel Yang Diteliti.....	16
3.4 Jenis Data	16
3.5 Prosedur Penelitian	17

3.6 Kerangka Penelitian	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
A. HASIL	19
4.1 Pengumpulan Data	19
A. Data Kapasitas Penawaran Produk Pakan Ternak Ayam pada PT. Mabar Feed Indonesia	19
B. Data Permintaan Produk Pakan Ternak Ayam pada PT. Mabar Feed Indonesia	19
C. Biaya Angkutan	20
4.2 Pembentukan Model Matematika	22
4.3 Metode <i>Least Cost</i> (Solusi Awal)	26
4.4 <i>Modified Distribution Method</i> (MODI)	35
B. PEMBAHASAN	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	48
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul Tabel	Halaman
2.1	Metode <i>Least Cost</i>	11
2.2	Metode MODI	14
4.1	Data Kapasitas	19
4.2	Data Permintaan	19
4.3	Biaya Angkutan	20
4.4	Tabel Alokasi dan Kapasitas Gudang	21
4.5	Tabel Awal Transportasi	24
4.6	Tabel Awal Transportasi	24
4.7	Tabel Alokasi 1	26
4.8	Tabel Alokasi 2	27
4.9	Tabel Alokasi 3	28
4.10	Tabel Alokasi 4	29
4.11	Tabel Alokasi 5	30
4.12	Tabel Alokasi 6	31
4.13	Tabel Alokasi 7	32
4.14	Tabel Alokasi 8	33
4.15	Tabel Alokasi 9	34
4.16	Tabel Solusi Akhir MODI	36
4.17	Tabel Revisi Awal MODI	38
4.18	Tabel Revisi Kedua MODI	39
4.19	Tabel Revisi Ketiga MODI	40
4.20	Tabel Revisi Keempat MODI	41
4.21	Tabel Hasil Revisi Keempat MODI	42
4.22	Tabel <i>Opportunity</i> Solusi Akhir MODI	43

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Persaingan dalam bidang industri menjadi semakin ketat seiring berjalannya waktu. Agar mampu bersaing dengan perusahaan lain, suatu perusahaan harus mampu meningkatkan kualitas mulai dari proses produksi, distribusi dan juga pemasaran. Setiap proses memiliki kendala masing-masing dalam usaha pengoptimalan guna mewujudkan peningkatan kualitas perusahaan. Proses produksi, distribusi maupun pemasaran produk merupakan bagian dari *Supply Chain*. *Supply Chain* mencakup keseluruhan aliran aktivitas yang saling terhubung dengan tujuan mengubah barang dan jasa yang semula merupakan material mentah hingga menjadi barang jadi hingga sampai pada pengguna akhir.

Proses distribusi juga menjadi hal yang sangat penting di dalam suatu perusahaan dan juga merupakan komponen yang mempengaruhi keunggulan suatu perusahaan, sehingga perlu adanya peningkatan kinerja sistem distribusi dalam sebuah perusahaan. Hal ini dikarenakan produk yang di distribusikan perlu sampai tepat waktu di tempat yang telah ditentukan dengan lancar, aman dan selamat. Agar kegiatan distribusi ini dapat berjalan lebih efektif dan efisien, perusahaan membentuk jadwal rute dalam transportasi. Transportasi harus terus ditingkatkan karena permintaan jasa transportasi meningkat. Allah berfirman dalam Q.S Al-Ankabut yaitu:

فَإِذَا رَكِبُوا فِي الْفُلِكِ دَعَوْا اللَّهَ مُخْلِصِينَ لَهُ الدِّينَ فَلَمَّا نَجَّاهُمْ إِلَى الْبَرِّ إِذَا هُمْ يُشْرِكُونَ.

Artinya: Maka apabila mereka naik kapal, mereka berdoa kepada Allah dengan penuh rasa pengabdian (ikhlas) kepada-Nya, tetapi ketika Allah menyelamatkan mereka sampai ke darat, malah mereka (kembali) menyekutukan (Allah). (Q.S Al-Ankabut:65)

Persoalan transportasi yang sering muncul dalam kehidupan sehari-hari, merupakan golongan tersendiri dalam persoalan program linier. Metode transportasi juga dapat digunakan untuk menyelesaikan beberapa persoalan optimasi. Persoalan transportasi berkenaan dengan pemilihan rute (jalur) pengangkutan yang mengakibatkan biaya total dari pengangkutan minimum.

Persoalan transportasi juga pertama kali diformulasikan sebagai suatu prosedur khusus untuk mendapatkan biaya minimum dalam pendistribusian unit yang homogeni dari suatu produk atas sejumlah titik penawaran (sumber) kesejumlah titik permintaan (tujuan). Semua ditempatkan pada sumber dan tujuan yang berbeda secara geografis.

PT. Mabar Feed Indonesia merupakan salah satu produk pakan ternak ayam petelur dan daging. Produk lain yang dihasilkan oleh PT. Mabar Feed Indonesia berupa pakan ternak udang dan hewan lainnya. Pada PT. Mabar Feed Indonesia menyadari bahwa perencanaan kebutuhan akan kapasitas produksi yang digunakan selama ini masih belum optimal sehingga masih perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan perencanaan kebutuhan akan kapasitas produksi yang optimal. Menurut Sedyaningrum (2006) dalam memenuhi sasaran tersebut ada beberapa kendala yang dihadapi oleh perusahaan yaitu dalam proses pendistribusian Pakan Ternak yang tidak teraturnya dalam menentukan jalur pendistribusian yang mengakibatkan biaya distribusi yang mahal, sehingga mengakibatkan pendistribusian yang tidak optimal.

Untuk mengatasi hal tersebut maka perlu dilakukan pengalokasian distribusi barang yang optimal dengan pertimbangan biaya distribusi yang rendah tetapi tetap memperhatikan jumlah permintaan pada pengiriman pendistribusian barang. Analisis yang di harapkan menjadi masukan bagi PT. Mabar Feed Indonesia dalam mendistribusikan barang menjadi lebih optimal. Untuk mencapai target yang optimalisasi tersebut, diperlukan metode yang dapat mengatasi permasalahan tersebut. Adapun metode yang digunakan untuk mengkaji permasalahan di atas adalah dengan menggunakan *Least Cost* dan *Modified Distribution*. Metode *Least Cost* akan mencari solusi awal sedangkan *Modified Distribution* untuk mencari solusi yang optimal.

Terdapat beberapa metode dalam model transportasi, seperti metode Biaya Terkecil, metode Sudut Barat Laut, metode *Russel*, metode *Vagel*. Keempat metode tersebut mempunyai perlakuan pekerjaan yang berbeda serta hasil awal tabel yang mungkin juga berbeda pula. Menurut Sitinjak (2006) metode *Least Cost* merupakan metode untuk menentukan solusi awal dengan cara mengalokasikan distribusi barang mulai dari menentukan biaya sel terkecil dari seluruh sel kosong, kemudian sel yang memiliki sel C_{ij} terkecil akan dijadikan sel terisi sebesar total minimum (total baris dan total kolom). Setelah itu total barisnya maupun total kolomnya dikurang total minimum tersebut. Kemudian sel-sel kosng yang terletak pada baris atau total kolomnya sama dengan nol, C_{ij} nya diabaikan artinya sel-sel kosong tersebut tidak berpeluang untuk dijadikan sel terisi.

Metode *Least Cost* sebagai penyelesaian layak dasar untuk mengoptimalkan biaya pendistribusian dengan alasan sebagai berikut:

1. Sering menghasilkan pemecahan optimum.
2. Dapat menghasilkan penyelesaian yang mendekati optimal dengan usaha yang tidak banyak, sehingga dapat di pergunakan untuk langkah menentukan ke pemecahan yang optimal.

Apabila pemecahan awal sudah dapat, maka langkah berikutnya adalah menentukan apakah permasalahan itu sudah merupakan yang terbaik atau belum. Prosedur penilaian ini melibatkan pemeriksaan tiap segi empat tak terpakai dalam tabel untuk pemindahan kedalam salah satu darinya. Tujuannya adalah untuk menentukan ada tidaknya rencana pengiriman dari sumber ke tujuan yang lebih baik, metode yang digunakan untuk menilai segi empat tak terpakai adalah dengan menggunakan metode *Modified Distribution* (MODI).

Menurut Taylor (2001) transportasi adalah memindahkan barang dari satu titik ke titik lain dengan biaya yang sangat minimum tanpa ada pengulangan untuk pengangkutan. Dengan faktor-faktornya adaah setiap permintaan tujuan konsumen terpenuhi dan sumber tidak mungkin mengirim komoditas lebih besar dari kapasitas. Transportasi yang seimbang jika jumlah yang dikirim atau diangkut dari suatu sumber ke suatu tujuan sesuai dengan

jumlah permintaan atau kapasitas sumber. Dan transportasi yang tidak seimbang jika jumlah persediaan dari beberapa sumber tidak sama dengan jumlah permintaan beberapa tempat tujuan.

Dari penjelasan latar belakang diatas, metode yang di gunakan ialah metode transportasi dengan bagian *Least Cost* dan metode *Modified Distribution*. Maka judul skripsi yang peneliti ajukan ialah **Optimasi Pendistribusian Pakan Ternak Ayam Dengan Menggunakan *Least Cost* Dan Metode *Modified Distribution* di PT. Mabar Feed Indonesia.**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah pada penelitian ini ialah bagaimana mengoptimalkan pendistribusian pakan ternak ayam dengan menggunakan *Least Cost* dan Metode *Modified Distribution* di PT. Mabar Feed Indonesia.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

- a. Penelitian ini dilakukan pada pakan ternak ayam ialah pada PT. Mabar Feed Indonesia.
- b. Data yang diambil dalam penelitian ini ialah data distribusi Pakan Ternak Ayam di PT. Mabar Feed Indonesia.
- c. Untuk mendapatkan solusi yang optimal digunakan Metode *Least Cost* untuk mencari solusi awal sedangkan *Modified Distribution* untuk mencari solusi yang optimal.

1.4 Tujuan Penelitian

Ada pun tujuan yang ingin di capai pada penelitian ini ialah untuk mengoptimalkan pendistribusian pakan ternak ayam dengan menggunakan *Least Cost* dan Metode *Modified Distribution* di PT. Mabar Feed Indonesia.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Bagi Peneliti

Manfaat penelitian ini bagi peneliti yaitu untuk mengaplikasikan ilmu matematika khususnya pada metode transportasi dengan menggunakan *Least Cost* dan metode *Modified Distribution*.

2. Bagi Pembaca

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu sumber referensi bidang pengetahuan matematika pada konsentrasi Operasi Riset dengan menggunakan *Least Cost* dan metode *Modified Distribution*.

3. Bagi Perusahaan

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat mengoptimalkan biaya pada pakan ternak ayam seoptimal mungkin.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Operasi Riset

Secara harfiah kata *operation* dapat didefinisikan sebagai tindakan - tindakan yang diterapkan pada beberapa masalah atau hipotesis. Sementara kata riset (*research*) adalah suatu proses terorganisasi dalam mencari kebenaran akan masalah atau hipotesis. Kenyataannya, sangat sulit untuk mendefinisikan *Operation Research*, terutama karena batas-batasnya tidak jelas. *Operation Research* memiliki bermacam-macam penjelasan, berikut ini beberapa kutipan definisi *Operation Research* yang dikemukakan oleh para ahli *Operation Research* dalam berbagai literatur (Hendra, 2018).

Riset Operasi adalah suatu aplikasi dari berbagai metode ilmiah untuk tujuan penguraian terhadap masalah-masalah yang kompleks yang muncul dalam pengarahannya dan pengelolaan dari suatu sistem besar (manusia, mesin-mesin, bahan-bahan, dan uang) dalam bidang perindustrian, bisnis, pemerintahan, dan pertahanan. Pendekatan khusus ini bertujuan membentuk suatu model ilmiah dari sistem, menggabungkan berbagai faktor seperti kesempatan dan resiko, untuk meramalkan dan membandingkan hasil-hasil dari berbagai keputusan, strategi, dan pengawasan. Tujuannya adalah membantu pengambilan keputusan menentukan kebijaksanaan dan tindakannya secara ilmiah (*Operation Research Society Of Great Britain*) (Hendra, 2018).

Operation Research adalah pendekatan dalam pengambilan keputusan yang ditandai dengan penggunaan pengetahuan ilmiah melalui usaha kelompok antar disiplin yang bertujuan menentukan penggunaan terbaik sumberdaya yang terbatas (Churchman, Ackoff dan Arnoff, 1957). *Operation Research* dijelaskan sebagai suatu metode, suatu pendekatan, seperangkat teknik, se kelompok kegiatan, suatu kombinasi beberapa disiplin, suatu perluasan dari disiplin-disiplin utama (matematika, teknik dan ekonomi), suatu disiplin baru, suatu lapangan kerjam bahkan suatu agama. Operasi Riset mungkin beberapa dari semua hal ini (S.L. Cook dalam Little Chid, 1977).

Berbagai definisi diatas yang muncul dari berbagai ahli *Operation Research* karena begitu luasnya bidang dan kajian yang dapat dimasuki oleh disiplin ilmu *Operation Research*, berbagai definisi diatas paling tidak ada rangkuman yang bisa diambil mengenai arti kata Riset Operasional yaitu:

Riset Operasional mencakup dua kata yaitu Riset yang harus menggunakan metode ilmiah dan operasioanal yang berhubunagn dengan proses atau berlangsungnya suatu kegiatan (proses produksi, proses pengiriman barang / militer / senjata, proses pemberian pelayanan melalui suatu antrian yang panjang). Riset Operasional adalah aplikasi metode ilmiah terhadap permasalahan yang kompleks dalam mengarahkan dan mengendalikan sistem yang luas mengenai kehidupan manusia, mesin-mesin, material dan uang dalam industri, bisnis, pemerintahan dan pertahanan.

2.2 Metode Transportasi

Metode transportasi merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengatur distribusi dari sumber-sumber yang menyediakan produk yang sama, ke tempat-tempat yang membutuhkan secara optimal. Alokasi produk ini harus diatur sedemikian rupa, karena terdapat perbedaan biaya-biaya alokasi dari suatu sumber ke tempat-tempat tujuan berbeda-beda, dan dari beberapa sumber ke suatu tempat tujuan juga berbeda-beda. Metode transportasi juga dapat digunakan untuk memecahkan masalah-maslaah dunia usaha (bisnis) lainnya, seperti masalah-masalah yang meliputi pengiklanan, pembelanjaan modal (*capital financing*) dan alokasi dana untuk investasi, analisis lokasi, keseimbangan lini perakitan dan perencanaan serta scheduling produksi. Ada beberapa macam metode transportasi yang semuanya terarah pada penyelesaian optimal dari masalah-masalah transportasi yang terjadi.

Masalah transportasi telah lama di pelajari dan dikembangkan sebelum lahir dari program linier. Pada tahun 1939, L.V Kantorovitch mempelajari beberapa permasalahan yang berhubungan dengan model transportasi. Kemudian F.L. Hitchcock (1941), T.C. Koopmans (1947), dan G.B. Dantziq (1951) adalah orang-orang yang merumuskan dan juga mengembangkan teknik-teknik transportasi yang kemudian menerbitkan buku tentang sistem transportasi dengan judul *Optimum Utilization of the Transportation System* (Kakiy, 2008).

Sasaran pada persoalan transportasi ini adalah merencanakan pengiriman barang-barang yang ada pada sumber (lokasi penawaran) sedemikian rupa hingga terpenuhi semua kebutuhan pada tujuan (lokasi permintaan) dengan total biaya transportasi paling minimum (Aminudin, 2005).

Suatu model transportasi dikatakan seimbang (*balanced program*) apabila total jumlah antara penawaran (*supply*) dan permintaan (*demand*) sama, secara matematis ditulis:

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$$

Suatu model transportasi dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Z = \sum_{i=1}^m x_{ij} = \sum c_{ij}x_{ij}$$

Sama dengan

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} < a_i; i = 1, 2, 3, \dots, m (\text{batasan penawaran})$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} < a_i; j = 1, 2, 3, \dots, m (\text{batasan permintaan})$$

$$x_{ij} < 0$$

Keterangan:

x_{ij} = unit yang dikirim dari sumber i ke tujuan j

c_{ij} = biaya per unit dari sumber i ke tujuan j

a_i = kapasitas penawaran (supply) dari sumber i

b_i = kapasitas permintaan (demand) dari tujuan j

$i = 1, 2, \dots, m$

$j = 1, 2, \dots, n$

Dengan fungsi tujuan:

Meminimumkan:

$$Z = C_{1,1}X_{1,1} + C_{1,2}X_{1,2} + C_{1,3}X_{1,3} + \cdots + C_{10,7}X_{10,7}$$

Kendala:

$$X_{1,1} + X_{1,2} + X_{1,3} + \cdots + X_{1,7} = a_1$$

$$X_{2,1} + X_{2,2} + X_{2,3} + \cdots + X_{2,7} = a_2$$

$$X_{10,1} + X_{10,2} + X_{10,3} + \cdots + X_{10,7} = a_{10}$$

$$X_{1,1} + X_{2,1} + X_{3,1} + \cdots + X_{7,1} = b_1$$

$$X_{1,2} + X_{2,2} + X_{3,2} + \cdots + X_{7,2} = b_2$$

.

..

$$X_{1,10} + X_{2,10} + X_{3,10} + \cdots + X_{7,10} = b_7$$

Keterangan:

X_{11} = jumlah barang yang diangkut dari Mabar - G. Tinggi

X_{12} = jumlah barang yang diangkut dari Mabar - Tj. Morawa

X_{13} = jumlah barang yang diangkut dari Mabar - T. Tinggi

X_{14} = jumlah barang yang diangkut dari Mabar - Siantar

X_{14} = jumlah barang yang diangkut dari Mabar - Kisaran

X_{21} = jumlah barang yang diangkut dari Rampah - G. Tinggi

X_{22} = jumlah barang yang diangkut dari Rampah - Tj. Morawa

X_{23} = jumlah barang yang diangkut dari Rampah - T. Tinggi

X_{24} = jumlah barang yang diangkut dari Rampah - Siantar

X_{25} = jumlah barang yang diangkut dari Rampah - Kisaran

X_{31} = jumlah barang yang diangkut dari Perdagangan - G. Tinggi

X_{32} = jumlah barang yang diangkut dari Perdagangan - Tj. Morawa

X_{33} = jumlah barang yang diangkut dari Perdagangan - T. Tinggi

X_{34} = jumlah barang yang diangkut dari Perdagangan - Siantar

X_{35} = jumlah barang yang diangkut dari Perdagangan - Kisaran

Tujuan dari model transportasi adalah merencanakan pengiriman dari sumber-sumber ketujuan, untuk meminimumkan total biaya transportasi dengan kendala-kendala:

- a. Setiap permintaan ke tempat tujuan terpenuhi.
- b. Sumber tidak mungkin mengirim komoditas lebih besar dari kapasitasnya.

Adapun ciri-ciri metode transportasi ialah:

- a. Terdapat sejumlah sumber dan tujuan tertentu.
- b. Kuantitas komoditi/barang yang didistribusikan dari setiap sumber dan yang diminta oleh setiap tujuan besarnya tertentu.
- c. Komoditi yang dikirim/diangkut dari suatu sumber ke suatu tujuan besarnya sesuai dengan permintaan atau kapasitas sumber.
- d. Ongkos pengangkutan komoditi dari suatu sumber ke suatu tujuan besarnya tertentu.

Model transportasi pada intinya mencari dan menentukan perencanaan pengiriman barang (*single commodity*) dari tempat asal ke tempat tujuan, dengan total biaya transportasi yang minimal. Oleh karena itu, dalam total biaya transportasi terdapat 3 (tiga) variabel, yakni sebagai berikut:

- a. Jumlah barang yang tersedia di tempat (sumber) asal, yakni kapasitas pengiriman.
- b. Daya tampung di daerah atau tempat tujuan, yakni daya tampung tempat tujuan.
- c. Biaya transportasi per unit barang yang akan dikirimkan.

2.3 Penentuan Pemecahan Awal

2.3.1 Metode Biaya Terkecil (*Least Cost*)

Metode *Least Cost* (biaya terkecil) yakni dengan mencari dan memenuhi yang memiliki biaya terkecil terlebih dahulu. Metode ini lebih efisien dibandingkan dengan metode *North West Corner* (NWC). Prinsip kerja metode ini ialah pemberian prioritas ongkos satuan terkecil (biaya per unit terkecil). Pengalokasian awal yaitu pada kotak dalam table yang mempunyai biaya terendah.

Tabel 2.1 : Metode Least Cost

Dari \ Ke	A	B	C	D	Supply
1	x_{11} c_{11}	x_{12} c_{12}	x_{13} c_{13}	x_{14} c_{14}	S_1
2	x_{21} c_{21}	x_{22} c_{22}	x_{23} c_{23}	x_{24} c_{24}	S_2
Demand	D_1	D_2	D_3	D_4	$\sum_{j=1}^4 D_j = \sum_{i=1}^3 S_i$

Keterangan:

c_{ij} = Biaya yang dikeluarkan setiap melakukan pengiriman barang.

x_{ij} = Banyaknya produk yang akan dikirim ke setiap wilayah (dalam krat).

S_i = Kapasitas / daya tampung angkutan ke-i (dalam krat).

D_j = Permintaan masing-masing wilayah pengiriman ke-j (dalam krat).

Langkah-langkah metode *Least Cost* ialah sebagai berikut:

- Bentuk tabel inisial dari transportasi dengan memasukkan data yang sudah diperoleh dari persoalan yang ada, seperti pada pengisian kotak-kotak kecil dengan biaya transportasi, total komoditas dimasukkan pada *supply* dan *demand*, dan seterusnya.

- b) Pilih biaya atau nilai kecil pada kotak-kotak kecil dari kotak tabel transportasi. Bila terdapat kesamaan pada nilai kotak kecil maka pilih total komoditas terbanyak dari supply dan demand dengan memperhatikan kondisi muatan komoditas transportasi yang seimbang.
- c) Setelah biaya atau nilai kecil pada kotak kecil transportasi dipilih maka isi nilai komoditas pada kotak transportasi yang didalamnya terdapat kotak kecil tersebut. Pengisian kotak ini dilakukan dengan mempertimbangkan total komoditas *supply* dan *demand*.
- d) Bila kotak transportasi sudah terisi dengan komoditas yang memadai maka kemudian dilakukan pencoretan baris atau kolom yang melalui kotak tabel transportasi sesuai keseimbangan *supply* dan *demand* dengan menggunakan garis lurus.
- e) Kembali pada langkah kedua dengan memilih biaya atau nilai terkecil pada kotak-kotak transportasi yang tersisa dimana garis lurus atau kolom belum ada.

Prosedur metode *Least Cost* ini dapat dipergunakan pada setiap model transportasi dengan mempertimbangkan optimalisasi dan kelayakan penyelesaian (Kakiay, 2008).

2.4 Pengujian Optimalitas

2.4.1 *Modified Distribution Method* (MODI)

Metode modifikasi distribusi atau singkatan dari metode MODI, sangat mirip dengan metode *stepping-stone* kecuali bahwa MODI lebih efisien dalam menghitung indeks perbaikan sel kosong (Aminudin, 2005).

Tetapi di dalam metode MODI indeks perbaikan dapat di hitung tanpa harus mencari jalur-jalur terpendek. Metode MODI hanya membutuhkan jalur terpendek. Metode MODI juga membutuhkan jalur terpendek karena jalur ini dipilih sesudah sel kosong dengan indeks perbaikan tertinggi ditemukan (Aminudin, 2005).

MODI menguji optimalisasi tabel dengan cara menghitung *opportunity cost* pada sel-sel yang tidak terkena alokasi distribusi. Bila sel-sel kosong tersebut ternyata memiliki *opportunity cost* positif maka menurut metode ini dikatakan bahwa tabel belum optimal berhubung masih ada alternatif distribusi yang akan memberikan biaya total distribusi lebih rendah.

Bila,

U_i : angka kunci pada setiap baris

V_j : angka kunci pada setiap kolom

c_{ij} : biaya distribusi yang nyata pada sel

O_{ij} : Opportunity cost pada sel

Dimana $O_{ij} = 0$ untuk seluruh sel yang telah memperoleh alokasi distribusi. Maka untuk sel berlaku:

$$O_{ij} = (U_i + V_j) - C_{ij}$$

Dalam hal ini, persamaan di atas digunakan untuk:

1. Menentukan nilai U_i dan V_j untuk seluruh baris dan kolom dengan pedoman O_{ij} untuk sel-sel yang terisi.
2. Menentukan *opportunity cost* pada seluruh sel kosong.

Bila dijumpai paling sedikit satu sel kosong yang memiliki *opportunity cost* positif atau $O_{ij} > 0$ maka dikatakan bahwa table belum optimal sehingga harus direvisi. Dengan kata lain, table dikatakan telah optimal jika dan hanya jika: *opportunity*

$$y \text{ cost} \leq 0$$

$$U_i + V_j \leq 0$$

$$U_i + V_j \leq C_{ij}$$

Tabel 2.2 : Metode MODI

Dari \ Ke	1	2	3	4	Supply
1	c_{11} x_{11}	c_{12} x_{12}	c_{13} x_{13}	c_{14} x_{14}	S_1
2	c_{21} x_{21}	c_{22} x_{22}	c_{23} x_{23}	c_{24} x_{24}	S_2
3	c_{31} x_{31}	c_{32} x_{32}	c_{33} x_{33}	c_{34} x_{34}	S_3
Demand	D_1	D_2	D_3	D_4	$\sum_{j=1}^4 D_j = \sum_{i=1}^3 S_i$

Metode MODI dapat diringkas dalam langkah-langkah sebagai berikut:

- Tentukan nilai U_i untuk setiap baris dan nilai-nilai V_j untuk setiap kolom dengan menggunakan hubungan $C_{ij} = U_i + V_j$ untuk semua variabel basis dan tetap nilai nol untuk U_i .
- Hitung perubahan biaya C_{ij} untuk setiap variabel nonbasis dengan menggunakan $C_{ij} = C_{ij} - U_i - V_j$.
- Jika terdapat nilai C_{ij} negatif, solusi belum optimal. Pilih variabel X_{ij} dengan nilai C_{ij} negative terbesar sebagai entering variabel.
- Alokasi barang ke entering variabel X_{ij} sesuai proses *stepping stone*.
- Kembali kelangkah (i), pengujian optimalitas dengan metode MODI. Hingga mendapatkan hasil yang diinginkan.

2.5 Penelitian Terdahulu

Berdasarkan pemeriksaan dari hasil penelitian mengenai “Optimasi Pendistribusian Pakan Ternak Ayam Dengan Menggunakan *Least Cost* dan Metode *Modified Distribution*” belum pernah dilakukan menggunakan permasalahan dan metode yang sama. Untuk menghindari duplikasi penelitian terhadap masalah dan metode yang sama maka penelitian melakukan pengumpulan data.

1. Sari (2015) penelitian yang dilakukan adalah penerapan metode transportasi dengan menggunakan *Least Cost* dalam sistem informasi biaya pengiriman barang pada UD. Sari Bumi Raya. Metode *Least Cost* dapat memberikan solusi pada UD. Sari Bumi Raya dalam mengoptimalkan biaya distribusi gula merah. Biaya distribusi gula merah pada perusahaan sebelumnya mencapai Rp 700.000. Setelah dihitung dengan metode *Least Cost* dan *MODI* hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa biaya transportasi yang optimal adalah sebesar Rp 574.300. Dengan demikian pada proses penyelesaian dengan menggunakan *Least Cost* dan *MODI* ternyata dapat meminimalkan biaya sebesar Rp 125.700 atau sama 17,96%.
2. Iswati (2016) penelitian yang dilakukan adalah aplikasi pengiriman barang dengan menggunakan *Least Cost* dan *Modified Distribution* pada CV. Nihta Cargo express. Biaya transportasi pendistribusian barang pada perusahaan mencapai Rp 870.000. Setelah dihitung dengan menggunakan Metode *Least Cost* dan *Modified Distribution* ternyata dapat meminimalkan biaya transportasi dari Rp 870.000 menjadi Rp 732.000. Terjadi selisih biaya sebesar Rp 138.000.
3. Claudia Nelwan, John S. Kekenusa, Yohanes Langi (2013) penelitian yang dilakukan adalah optimasi pendistribusian air dengan menggunakan Metode *Least Cost* dan Metode *Modified Distribution* pada PDAM Kabupaten Minahasa Utara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biaya operasional yang dikeluarkan sebelum dilakukan minimalisasi yaitu Rp 603.362.240 dan biaya operasional yang dilakukan setelah diminimalisasi menggunakan Metode *Least Cost* yaitu Rp 588.814.456

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian dilakukan pada Januari 2019 hingga September 2020. Penelitian ini dilaksanakan di PT. Mabar Feed Indonesia yang beralamat di Rumah Potong Hewan KM 9 No. 44 Mabar, Medan, Sumatera Utara, Indonesia.

3.2 Jenis penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penulisan ini adalah dengan menggunakan penelitian studi kasus. Pengumpulan data mengenai pendistribusian pakan ternak ayam yang bertujuan untuk menjamin kelancaran proses transportasi. Kemudian menggunakan literatur-literatur yang memuat teori-teori yang berkaitan erat dengan pendistribusian pakan ternak dengan menggunakan metode *Least Cost* dan metode *Modified Distribution* yang mendukung proses pengolahan data. Penelitian ini menggunakan referensi yang dikumpulkan berdasarkan buku, bacaan, jurnal penelitian, maupun dokumen-dokumen lainnya yang berkaitan dengan topik permasalahan.

3.3 Variabel yang Diteliti

Variabel yang diteliti dalam penyusunan skripsi ini adalah biaya distribusi, sumber distribusi dan tujuan distribusi pada pakan ternak ayam di bulan Juni 2020 di Perusahaan PT. Mabar Feed Indonesia.

3.4 Jenis Data

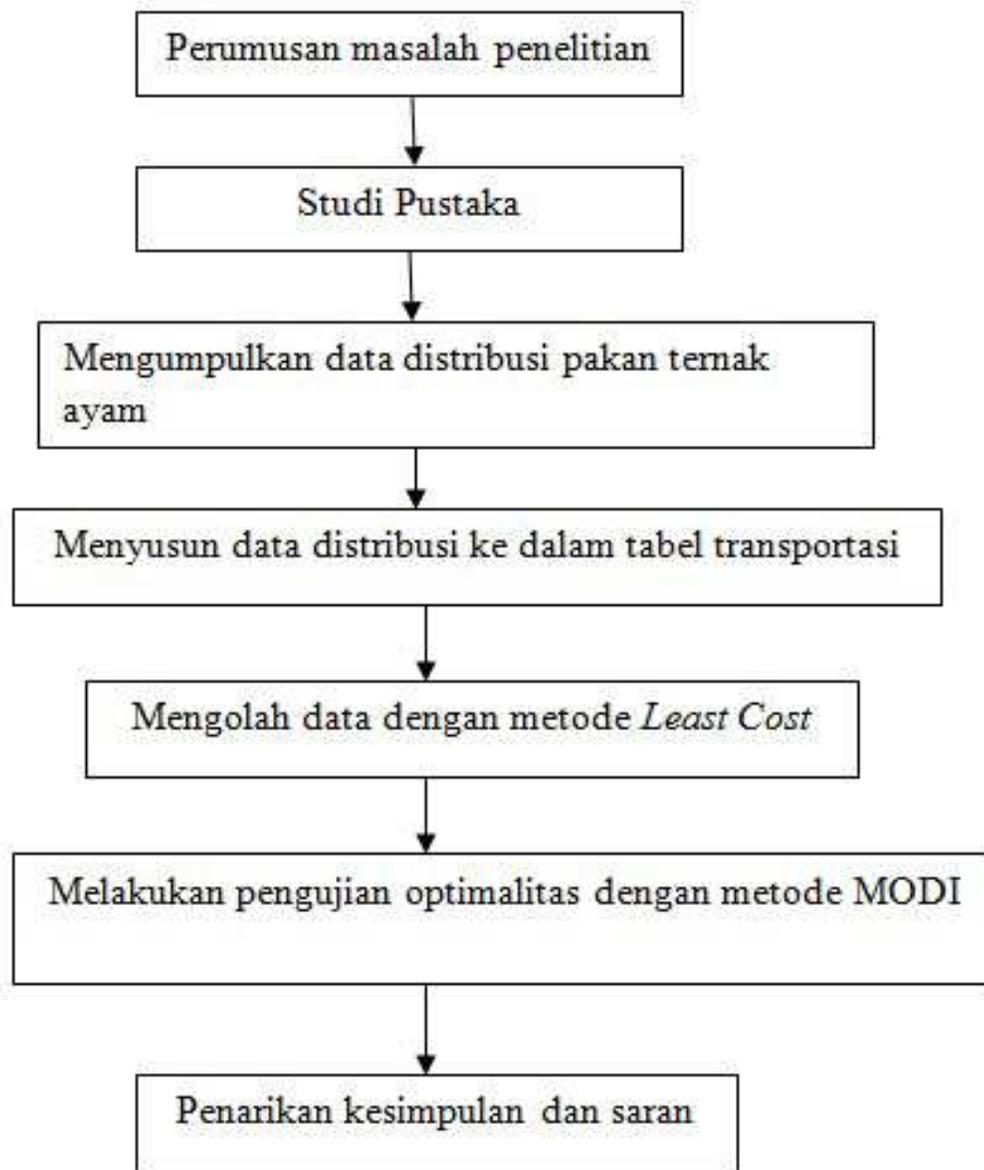
Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kuantitatif, ialah data yang berbentuk angka yang diperoleh dari PT. Mabar Feed Indonesia. Penelitian akan menerapkan metode *Least Cost* dan metode *Modified Distribution*.

3.5 Prosedur Penelitian

Adapun tahapan atau langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Merumuskan permasalahan.
2. Mengumpulkan referensi berupa buku, teks, dokumen dan berbagai jurnal yang berkaitan dengan *Least Cost* dan Metode *Modified Distribution*.
3. Mengumpulkan data dengan mencatat data dari beberapa tempat tujuan pengiriman mengenai jumlah barang yang dikirim dan biaya distribusi pakan ternak ayam pada PT. Mabar Feed Indonesia.
4. Pengolahan data c
5. Penarikan kesimpulan.

3.6 Kerangka Penelitian



BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. HASIL

4.1 Pengumpulan Data

Untuk menganalisis permasalahan pengoptimalan biaya transportasi pada PT. Mabar Feed Indonesia di perlukan data ialah sebagai berikut:

A. Data Kapasitas Penawaran Produk Pakan Ternak Ayam pada PT. Mabar Feed Indonesia

PT. Mabar Feed Indonesia mempunyai beberapa gudang yang masih terletak di wilayah Sumatera Utara antara lain yaitu di Mabar, Rampah dan Perdagangan.

Tabel 4.1 : Data Kapasitas

Gudang	Kapasitas
Mabar	12.000 ton
Sei Rampah	13.000 ton
Perdagangan	11.000 ton
Total	36.000 ton

Dari tabel 4.1 diatas terdapat 3 Gudang dengan masing-masing kapasitas yaitu gudang Mabar dengan jumlah kapasitas 12.000 ton, gudang Sei Rampah dengan jumlah kapasitas 13.000 ton dan gudang Perdagangan dengan jumlah kapasitas 11.000 ton.

B. Data Permintaan Produk Pakan Ternak Ayam pada PT. Mabar Feed Indonesia

PT. Mabar Feed Indonesia juga mempunyai beberapa tujuan yang terletak masih di Wilayah Sumatera Utara antara lain yaitu Gunung Tinggi, Tj. Morawa, Tebing Tinggi, Siantar dan Kisaran.

Tabel 4.2 : Data Permintaan

Tujuan	Jumlah Permintaan (ton)
Gunung Tinggi	3.200 ton
Tj. Morawa	3.500 ton
Tebing Tinggi	3.300 ton
Siantar	3.600 ton
Kisaran	3.700 ton
Total	17.300 ton

Dari tabel 4.2 data permintaan mempunyai beberapa tujuan dengan jumlah permintaan yang di minta oleh masing-masing tempat. Ada 5 tujuan yaitu Gunung Tinggi, Tj. Morawa, Tebing Tinggi, Siantar dan Kisaran dengan jumlah kapasitas permintaan yang telah ditentukan.

Jenis Angkutan

Dalam mendistribusikan produk pakan ternak ayam, PT. Mabar Feed Indonesia menggunakan jasa angkutan TRUK dan Mobil Box.

C. Biaya Angkutan

Adapun biaya transportasi pada PT. Mabar Feed Indonesia yaitu termasuk biaya perjalanan atau minyak (rupiah) yang akan mendistribusikan produk pakan ternak ayam ke tujuan yang telah ditentukan.

Tabel 4.3 : Biaya Angkutan

Sumber	Tujuan	Biaya Angkut (Rp/ton)
MABAR	Gunung Tinggi	Rp 3.500.000
	Tj. Morawa	Rp 2.000.000
	Tebing Tinggi	Rp 2.000.000
	Siantar	Rp 3.830.000
	Kisaran	Rp 4.320.000
SEI RAMPAH	Gunung Tinggi	Rp 4.500.000
	Tj. Morawa	Rp 2.500.000
	Tebing Tinggi	Rp 1.500.000
	Siantar	Rp 2.800.000
	Kisaran	Rp 3.000.000
PERDAGANGAN	Gunung Tinggi	Rp 5.000.000
	Tj. Morawa	Rp 3.800.000
	Tebing Tinggi	Rp 3.350.000
	Siantar	Rp 2.500.000
	Kisaran	Rp 2.000.000

Sumber. PT. Mabar Feed Indonesia

Dari tabel transportasi diatas pada bulan Juni 2020 terlihat bahwa jumlah biaya transportasinya ialah Rp 48.050.000

Adapun, isi setiap ton erjumlah 1.400 ton. Jadi, biaya transportasi per ton adalah:

$$\text{Mabar - Gunung Tinggi} = 3.500.000/1.000 = 3.500 \text{ per ton}$$

$$\text{Mabar - Tj. Morawa} = 2.000.000/1.200 = 1.666 \text{ per ton}$$

$$\text{Mabar - Tebing Tinggi} = 3.450.000/1.200 = 2.875 \text{ per ton}$$

$$\text{Mabar - Siantar} = 3.830.000/1.300 = 2.946 \text{ per ton}$$

$$\text{Mabar - Kisaran} = 4.320.000/1.200 = 3.600 \text{ per ton}$$

$$\text{Sei Rampah - Gunung Tinggi} = 4.500.000/1.100 = 4.090 \text{ per ton}$$

Sei Rampah - Tj. Morawa	= 2.500.000/1.100 = 2.272 per ton
Sei Rampah - Tebing Tinggi	= 1.500.000/1.000 = 1.500 per ton
Sei Rampah - Siantar	= 2.800.000/1.200 = 2.333 per ton
Sei Rampah - Kisaran	= 3.000.000/1.200 = 2.500 per ton
Perdagangan - Gunung Tinggi	= 5.000.000/1.100 = 4.545 per ton
Perdagangan - Tj. Morawa	= 3.800.000/1.200 = 3.167 per ton
Perdagangan - Tebing Tinggi	= 3.350.000/1.100 = 3.045 per ton
Perdagangan - Siantar	= 2.500.000/1.100 = 2.272 per ton
Perdagangan - Kisaran	= 2.000.000/1.300 = 1.538 per ton

Tabel 4.4 : Tabel Alokasi dan Kapasitas Gudang pada Bulan Juni 2020

Sumber	Tujuan	Alokasi	Total
MABAR	Gunung Tinggi	1.000	12.000
	Tj. Morawa	1.200	
	Tebing Tinggi	1.200	
	Siantar	1.300	
	Kisaran	1.200	
Sei Rampah	Gunung Tinggi	1.100	13.000
	Tj. Morawa	1.100	
	Tebing Tinggi	1.000	
	Siantar	1.200	
	Kisaran	1.200	
Perdagangan	Gunung Tinggi	1.100	11.000
	Tj. Morawa	1.200	
	Tebing Tinggi	1.100	
	Siantar	1.100	
	Kisaran	1.300	

Sehingga perhitungan untuk data pada PT. Mabar Feed Indonesia sebelum dilakukan pengerjaan data dengan menggunakan metode pendekatan *Least Cost* ialah:

$$\begin{aligned}
 Z &= 3.500(1.000) + 1.666(1.200) + 2.875(1.200) + 2.946(1.300) + 3.600(1.200) + \\
 &4.090(1.100) + 2.272(1.100) + 1.500(1.000) + 2.333(1.200) + 2.500(1.200) + \\
 &4.545(1.100) + 3.167(1.200) + 3.045(1.100) + 2.272(1.100) + 1.538(1.300) \\
 Z &= 3.500.000 + 1.999.200 + 3.450.000 + 3.829.800 + 4.320.000 + 4.499.000 + \\
 &2.499.200 + 1.500.000 + 2.799.600 + 3.000.000 + 4.999.500 + 3.800.400 + \\
 &3.349.500 + 2.499.200 + 1.999.400 \\
 Z &= 48.044.800
 \end{aligned}$$

Dengan demikian dari perhitungan data pada PT. Mabar Feed Indonesia sebelum dikerjakan dengan pengolahan menggunakan metode *Least Cost* ialah Rp 48.044.800

4.2 Pembentukan Model Matematika

Model awal yang dapat di bentuk ialah:

$$\text{Fungsi Tujuan: } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot x_{ij}$$

Keterangan :

X_{11} = jumlah barang yang diangkut dari Mabar - Gunung Tinggi

X_{12} = jumlah barang yang diangkut dari Mabar - Tj. Morawa

X_{13} = jumlah barang yang diangkut dari Mabar - Tebing Tinggi

X_{14} = jumlah barang yang diangkut dari Mabar - Siantar

X_{15} = jumlah barang yang diangkut dari Mabar - Kisaran

X_{21} = jumlah barang yang diangkut dari Sei Rampah - Gunung Tinggi

X_{22} = jumlah barang yang diangkut dari Sei Rampah - Tj. Morawa

X_{24} = jumlah barang yang diangkut dari Sei Rampah - Siantar

X_{25} = jumlah barang yang diangkut dari Sei Rampah - Kisaran

X_{31} = jumlah barang yang diangkut dari Perdagangan - Gunung Tinggi

X_{32} = jumlah barang yang diangkut dari Perdagangan - Tj. Morawa

X_{33} = jumlah barang yang diangkut dari Perdagangan - Tebing Tinggi

X_{34} = jumlah barang yang diangkut dari Perdagangan - Siantar

X_{35} = jumlah barang yang diangkut dari Perdagangan - Kisaran

$$\begin{aligned} \text{Minumkan } Z &= 3.500X_{11} + 1.666X_{12} + 2.875X_{13} + 2.946X_{14} + 3.600X_{15} \\ &+ 4.090X_{21} + 2.272X_{22} + 1.500X_{23} + 2.333X_{24} + 2.500X_{25} + 4.545X_{31} \\ &+ 3.167X_{32} + 3.045X_{33} + 2.272X_{34} + 1.538X_{35} \end{aligned}$$

Dengan kendala kapasitas :

keterangan:

$$X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} \leq 12.000$$

$$X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25} \leq 13.000$$

$$X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} + X_{35} \leq 11.000$$

Kendala Permintaan:

$$X_{11} + X_{21} + X_{31} \leq 3.200$$

$$X_{21} + X_{22} + X_{32} \leq 3.500$$

$$X_{13} + X_{23} + X_{33} \leq 3.300$$

$$X_{14} + X_{24} + X_{34} \leq 3.600$$

$$X_{15} + X_{25} + X_{35} \leq 3.700$$

Kendala Permintaan < Kapasitas

$$\sum P_j = \sum S_i$$

Dari perhitungan ini maka langkah selanjutnya akan dibentuk tabel yang merupakan tabel awal transportasi dengan biaya transportasi per ton. Persamaan nya ialah $\sum P_j < \sum S_i$

Tabel 4.5 : Tabel awal Transportasi dengan biaya transportasi per ton $\sum P_j < \sum S_i$

Sumber	Gunung Tinggi	Tj. Morawa	Tebing Tinggi	Siantar	Kisaran	Kapasitas
Mabar	3.500	1.666	2.875	2.946	3.600	12.000
Sei Rampah	4.090	2.272	1.500	2.333	2.500	13.000
Perdagangan	4.545	3.167	3.045	2.272	1.538	11.000
Permintaan	3.200	3.500	3.300	300	3.700	36.000 17.300

Dari tabel tersebut diketahui bahwa jumlah kapasitas sumber melebihi jumlah permintaan, dengan adanya masalah ini diperlukan adanya suatu variabel Dummy. Pada tabel ditambahkan kolom yang menerima sejumlah kapasitas produk dan ongkos pada setiap sel dari kolom tersebut bernilai nol dan model pun menjadi seimbang. Maka bentuk tabel yang diseimbangkan ialah sebagai berikut:

Tabel 4.6 : Tabel awal transportasi dengan biaya transportasi per ton $\sum P_j < \sum S_i$

Sumber	Gunung Tinggi	Tj. Morawa	Tebing Tinggi	Siantar	Kisaran	Dummy	Kapasitas
Mabar	3.500	1.666	2.875	2.946	3.600	0	12.000
Sei Rampah	4.090	2.272	1.500	2.333	2.500	0	13.000
Perdagangan	4.545	3.167	3.049	2.272	1.538	0	11.000
Permintaan	3.200	3.500	3.300	3.600	3.700	18.700	36.000

Berdasarkan tabel awal yang di seimbangkan diatas, maka model matematika dari persoalan masalah transportasi ini dapat diperbaiki menjadi sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Minumkan } Z = & 3.500X_{11} + 1.666X_{12} + 2.875X_{13} + 2.946X_{14} + 3.600X_{15} \\ & + 0X_{16} + 4.090X_{21} + 2.272X_{22} + 1.500X_{23} + 2.333X_{24} + 2.500X_{25} + 0X_{26} \\ & + 4.545X_{31} + 3.167X_{32} + 3.045X_{33} + 2.272X_{34} + 1.538X_{35} + 0X_{36} \end{aligned}$$

Dengan kendala kapasitas :

$$X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} \leq 12.000$$

$$X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25} \leq 13.000$$

$$X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} + X_{35} \leq 11.000$$

Kendala Permintaan:

$$X_{11} + X_{21} + X_{31} \leq 3.200$$

$$X_{21} + X_{22} + X_{32} \leq 3.500$$

$$X_{13} + X_{23} + X_{33} \leq 3.300$$

$$X_{14} + X_{24} + X_{34} \leq 3.600$$

$$X_{15} + X_{25} + X_{35} \leq 3.700$$

$$X_{16} + X_{26} + X_{36} \leq 18.700$$

Kendala Permintaan = Kapasitas

$$\sum P_j = \sum S_i$$

Dari tabel transportasi sebelumnya, jelas bahwa permintaan sama dengan kapasitas. Jika permintaan dan kapasitas telah sama, maka permasalahan transportasi tersebut dapat diselesaikan dengan metode pendekatan *Least Cost*.

4.3 Metode *Least Cost* (Solusi Awal)

- **Tahap 1** memilih biaya distribusi terkecil

Pilihlah biaya terkecil pada kotak-kotak kecil dari kotak tabel transportasi. Bila ada kesamaan nilai pada kotak kecil maka pilihlah total kapasitas terbanyak dan permintaan dengan memperhatikan komoditas transport yang seimbang. Sel matriks $X_{16} + X_{26} + X_{36}$ memiliki biaya distribusi terkecil yang sama yaitu 0. Maka yang dipilih sel matriks X_{26} yaitu Sei Rampah - Dummy karena memiliki total kapasitas terbanyak yaitu 13.000.

Dengan demikian untuk baris Sei Rampah, total muatan sudah terpenuhi.

Tabel 4.7 : Tabel Alokasi 1 untuk masalah transportasi yang diseimbangkan

Sumber	Gunung Tinggi	Tj. Morawa	Tebing Tinggi	Siantar	Kisaran	Dummy	Kapasitas
Mabar	3.500	1.666	2.875	2.946	3.600	0	12.000
Sei Rampah	4.090	2.272	1.500	2.333	2.500	0	13.000
Perdagangan	4.545	3.167	3.049	2.272	1.538	0	11.000
Permintaan	3.200	3.500	3.300	3.600	3.700	18.700	36.000

- **Tahap 2** Memilih biaya distribusi terkecil berikutnya

Sel matriks X_{16} dan X_{36} memiliki biaya distribusi terkecil yang sama yaitu 0. Maka dipilih sel matriks X_{16} karena memiliki jumlah kapasitas terbanyak yaitu 12.000. Kemudian pada kolom tersebut diberi muatan yaitu karena pada kolom Sei Rampah - Dummy sudah diberi muatan yaitu 5.700. Dengan demikian untuk kolom Dummy, total muatan sudah terpenuhi.

Tabel 4.8 : Tabel Alokasi 2 untuk masalah transportasi yang diseimbangkan

Sumber	Gunung Tinggi	Tj. Morawa	Tebing Tinggi	Siantar	Kisaran	Dummy	Kapasitas
Mabar	3.500	1.666	2.875	2.946	3.600	0	12.000
						5.700	
Sei Rampah	4.090	2.272	1.500	2.333	2.500	0	13.000
	X	X	X	X	X	13.000	
Perdagangan	4.545	3.167	3.049	2.272	1.538	0	11.000
						X	
Permintaan	3.200	3.500	3.300	3.600	3.700	18.700	36.000

- **Tahap 3** memilih biaya distribusi terkecil berikutnya

Sel matriks X_{12} (Mabar - Tj. Morawa) memiliki biaya distribusi terkecil berikutnya yaitu sebesar 1.666. Kemudian pada kotak tersebut diberi muatan yakni sebesar 3.500. Dengan demikian untuk kolom Tj. Morawa total muatan sudah terpenuhi.

Tabel 4.9 : Tabel Alokasi 3 untuk masalah transportasi yang diseimbangkan

Sumber	Gunung Tinggi	Tj. Morawa	Tebing Tinggi	Siantar	Kisaran	Dummy	Kapasitas
Mabar	3.500	1.666	2.875	2.946	3.600	0	12.000
		3.500				5.700	
Sei Rampah	4.090	2.272	1.500	2.333	2.500	0	13.000
	X	X	X	X	X	13.000	
Perdagangan	4.545	3.167	3.049	2.272	1.538	0	11.000
						X	
Permintaan	3.200	3.500	3.300	3.600	3.700	18.700	36.000

- **Tahap 4** memilih biaya distribusi terkecil berikutnya

Sel matriks X_{13} (Mabar - Tebing Tinggi) ialah biaya distribusi terkecil berikutnya. Karena pada baris Mabar belum terpenuhi. Jadi, pada kolom X_{13} diberi muatan yaitu sebesar 2.800. Dengan demikian kolom Tebing Tinggi belum terpenuhi.

Tabel 4.10 : Tabel Alokasi 4 untuk masalah transportasi yang diseimbangkan

Sumber	Gunung Tinggi	Tj. Morawa	Tebing Tinggi	Siantar	Kisaran	Dummy	Kapasitas
Mabar	3.500	1.666	2.875	2.946	3.600	0	12.000
	X	3.500	2.800	X	X	5.700	
Sei Rampah	4.090	2.272	1.500	2.333	2.500	0	13.000
	X	X	X	X	X	13.000	
Perdagangan	4.545	3.167	3.049	2.272	1.538	0	11.000
						X	
Permintaan	3.200	3.500	3.300	3.600	3.700	18.700	36.000

- **Tahap 5** memilih biaya distribusi terkecil berikutnya

Sel matriks X_{31} (Perdagangan - Kisaran) ialah biaya distribsui terkecil berikutnya. Karena pada baris Mabar dan Sei Rampah muatan sudah terpenuhi. Pada sel matriks X_{35} di beri muatan yaitu sebesar 3.700. Dengan demikian kolom Kisaran total muatan sudah terpenuhi.

Tabel 4.11 : Tabel Alokasi 5 untuk masalah transportasi yang diseimbangkan

Sumber	Gunung Tinggi	Tj. Morawa	Tebing Tinggi	Siantar	Kisaran	Dummy	Kapasitas
Mabar	3.500	1.666	2.875	2.946	3.600	0	12.000
	X	3.500	2.800	X	X	5.700	
Sei Rampah	4.090	2.272	1.500	2.333	2.500	0	13.000
	X	X	X	X	X	13.000	
Perdagangan	4.545	3.167	3.049	2.272	1.538	0	11.000
					3.700	X	
Permintaan	3.200	3.500	3.300	3.600	3.700	18.700	36.000

- **Tahap 6** memilih biaya distribusi terkecil berikutnya

Sel matriks X_{34} (Perdagangan - Siantar) ialah biaya distribusi terkecil berikutnya. Pada kotak X_{34} diberi muatan sebesar 3.600. Dengan demikian kolom Siantar sudah terpenuhi.

Tabel 4.12 : Tabel Alokasi 6 untuk masalah transportasi yang diseimbangkan

Sumber	Gunung Tinggi	Tj. Morawa	Tebing Tinggi	Siantar	Kisaran	Dummy	Kapasitas
Mabar	3.500	1.666	2.875	2.946	3.600	0	12.000
	X	3.500	2.800	X	X	5.700	
Sei Rampah	4.090	2.272	1.500	2.333	2.500	0	13.000
	X	X	X	X	X	13.000	
Perdagangan	4.545	3.167	3.049	2.272	1.538	0	11.000
				3.600	3.700		
Permintaan	3.200	3.500	3.300	3.600	3.700	18.700	36.000

- **Tahap 7** memilih biaya distribusi terkecil berikutnya

Sel matriks X_{33} (Perdagangan - Tebing Tinggi) ialah biaya distribusi terkecil selanjutnya. Pada kotak X_{33} diberi muatan yaitu sebesar 500. Karena pada sel matriks X_{13} sudah diisi muatan sebesar 2.800. Dengan demikian untuk kolom Tebing Tinggi total muatan sudah terpenuhi.

Tabel 4.13 : Alokasi 7 untuk masalah transportasi yang diseimbangkan

Sumber	Gunung Tinggi	Tj. Morawa	Tebing Tinggi	Siantar	Kisaran	Dummy	Kapasitas
Mabar	3.500	1.666	2.875	2.946	3.600	0	12.000
	X	3.500	2.800	X	X	5.700	
Sei Rampah	4.090	2.272	1.500	2.333	2.500	0	13.000
	X	X	X	X	X	13.000	
Perdagangan	4.545	3.167	3.049	2.272	1.538	0	11.000
			500	3.600	3.700		
Permintaan	3.200	3.500	3.300	3.600	3.700	18.700	36.000

- **Tahap 8** memilih biaya distribusi terkecil

Sel matriks X_{31} (Perdagangan - Gunung Tinggi) ialah biaya distribusi terkecil berikutnya. Kemudian pada kotak tersebut diberi muatan yakni sebesar 3.200. Dengan demikian untuk kolom Gunung Tinggi total muatan sudah terpenuhi.

Tabel 4.14 : Alokasi 8 untuk masalah transportasi yang diseimbangkan

Sumber	Gunung Tinggi	Tj. Morawa	Tebing Tinggi	Siantar	Kisaran	Dummy	Kapasitas
Mabar	3.500	1.666	2.875	2.946	3.600	0	12.000
	X	3.500	2.800	X	X	5.700	
Sei Rampah	4.090	2.272	1.500	2.333	2.500	0	13.000
	X	X	X	X	X	13.000	
Perdagangan	4.545	3.167	3.049	2.272	1.538	0	11.000
	3.200	X	500	3.600	3.700		
Permintaan	3.200	3.500	3.300	3.600	3.700	18.700	36.000

Dengan demikian, seluruh kebutuhan baris dan kolom sudah terpenuhi. Setelah selesai memilih biaya distribusi terkecil, selanjutnya akan dilihat apakah tabel mengalami perubahan atau tidak. Jumlah sel yang diberi alokasi ialah $m + n - 1$. Dari tabel 4.14 diketahui bahwa jumlah baris (m) = 3 dan jumlah kolom (n) = 6 maka $m + n - 1 = 8$. Jadi jumlah sel yang diberi alokasi ialah ada 8 dan tidak mengalami perubahan.

Tabel 4.15 : Tabel hasil akhir alokasi untuk masalah transportasi.

Sumber	Gunung Tinggi	Tj. Morawa	Tebing Tinggi	Siantar	Kisaran	Dummy	Kapasitas
Mabar	3.500	1.666	2.875	2.946	3.600	0	12.000
		3.500	2.800			5.700	
Sei Rampah	4.090	2.272	1.500	2.333	2.500	0	13.000
						13.000	
Perdagangan	4.545	3.167	3.049	2.272	1.538	0	11.000
	3.200		500	3.600	3.700		
Permintaan	3.200	3.500	3.300	3.600	3.700	18.700	36.000

Dengan demikian perhitungan biaya transportasi dengan menggunakan metode *Least Cost* ialah sebagai berikut:

a. Mabar - Tj. Morawa	3.500×1.666	= 5.831.000
b. Mabar - Tebing Tinggi	2.800×2.875	= 8.050.000
c. Mabar - Dummy	5.700×0	= 0
d. Sei Rampah - Dummy	13.000×0	= 0
e. Perdagangan - Gunung Tinggi	3.200×4.545	= 14.544.000
f. Perdagangan - Tebing Tinggi	500×3.049	= 1.524.500
g. Perdagangan - Siantar	3.600×2.272	= 8.179.200
h. Perdagangan - Kisaran	3.700×1.538	= 5.690.600
Total		= 43.819.300

Jadi, total biaya transportasi untuk solusi awal *Least Cost* ialah Rp.43.819.300

4.4 *Modified Distribution Method (MODI)*

Menentukan nilai U_i dan V_j untuk seluruh baris dan kolom

Dengan berpedoman pada $O_{ij} = 0$ untuk seluruh sel isi, maka hanya perlu menentukan sebuah angka kunci pada U_i atau V_j agar bisa menentukan nilai U_i dan V_j yang lain, angka kunci itu adalah nol dan diletakkan pada baris pertama. Karena $O_{ij} = 0$ untuk seluruh sel isi, maka:

$$O_{ij} = (U_i + V_j) - C_{ij}$$

$$0 = U_i + V_j - C_{ij}$$

$$U_i + V_j = C_{ij}$$

Karena $U_1 = 0$ dan $C_{12} = 1.666$, maka:

$$V_1 = 1.666 - 0 = 1.666$$

Selanjutnya, nilai U_1 digunakan untuk menentukan nilai U_3 yaitu 2.875 maka sel matriks X_{13} adalah $U_3 = 2.875 - 1.666 = 1.209$. Setelah U_3 diketahui selanjutnya bisa menentukan V_2 karena sel matriks X_{31} merupakan sel isi maka $V_2 = 4.545 - 1.209 = 3.336$. Karena U_3 diketahui dan sel matriks X_{33} merupakan sel isi maka $V_3 = 3.049 - 1.209 = 1.840$. Karena U_3 diketahui dan sel matriks X_{34} merupakan sel isi maka $V_4 = 2.272 - 1.209 = 1.063$. Karena U_3 diketahui dan sel matriks X_{35} merupakan sel isi maka $V_5 = 1.538 - 1.209 = 329$. Karena U_1 diketahui dan sel isi X_{16} adalah sel isi maka $V_6 = 0 - 0 = 0$. Kemudian yang terakhir, karena V_6 diketahui dan sel X_{26} adalah sel isi maka $U_2 = 0 - 0 = 0$.

Tabel 4.16 : Tabel solusi akhir dengan MODI

Sumber	Gunung Tinggi	Tj. Morawa	Tebing Tinggi	Siantar	Kisaran	Dummy	Kapasitas	U_i
Mabar	3.500	1.666	2.875	2.946	3.600	0	12.000	0
		3.500	2.800			5.700		
Sei Rampah	4.090	2.272	1.500	2.333	2.500	0	13.000	0
						13.000		
Perdagangan	4.545	3.167	3.049	2.272	1.538	0	11.000	792
	3.200		500	3.600	3.700			
Permintaan	3.200	3.500	3.300	3.600	3.700	18.700	36.000	
V_j	2.083	3.753	2.257	1.480	746	0		

Menentukan *Oppurtunity Cost* seluruh sel kosong:

- a. Mabar - Gunung Tinggi $O_{11} = U_1 + V_1 - C_{11}$
 $= 0 + 1.666 - 3.500$
 $= -1.834$
- b. Mabar Siantar $O_{14} = U_1 + V_4 - C_{14}$
 $= 0 + 1.063 - 2.946$
 $= -1.883$
- c. Mabar Kisaran $O_{15} = U_1 + V_5 - C_{15}$
 $= 0 + 329 - 3.600$
 $= -3.271$
- d. Sei Rampah - Gunung Tinggi $O_{21} = U_{21} + V_1 - C_{21}$
 $= 0 + 1.666 - 4.090$
 $= -2.424$
- e. Sei Rampah - Tj. Morawa $O_{22} = U_2 + V_2 - C_{22}$
 $= 0 + 3.336 - 2.272$
 $= 1.064$ (belum optimal)

- f. Sei Rampah - Tebing Tinggi
- $$\begin{aligned} O_{23} &= U_2 + V_3 - C_{23} \\ &= 0 + 3.336 - 1.500 \\ &= 1.836 \text{ (belum optimal)} \end{aligned}$$
- g. Sei Rampah Siantar
- $$\begin{aligned} O_{24} &= U_2 + V_4 - C_{24} \\ &= 0 + 1.063 - 2.333 \\ &= -1.270 \end{aligned}$$
- h. Sei Rampah Kisaran
- $$\begin{aligned} O_{25} &= U_2 + V_6 - C_{25} \\ &= 0 + 0 - 2.500 \\ &= -2.500 \end{aligned}$$
- i. Perdagangan - Tj. Morawa
- $$\begin{aligned} O_{32} &= U_3 + V_2 - C_{32} \\ &= 1.209 + 3.336 - 3.167 \\ &= 1.378 \text{ (belum optimal)} \end{aligned}$$
- j. Perdagangan - Dummy
- $$\begin{aligned} O_{36} &= U_3 + V_6 - C_{36} \\ &= 1.209 - 0 - 0 \\ &= 1.209 \text{ (belum optimal)} \end{aligned}$$

Ternyata sel matriks $X_{22}, X_{23}, X_{32}, X_{36}$ mempunyai *opportunity cost* masing-masing 1.064, 1.836, 1.378 dan 1.209. Berarti alternatif alokasi distribusi belum optimal dan harus direvisi kembali.

Revisi 1

Tabel 4.17 : Tabel revisi awal dengan MODI

Sumber	Gunung Tinggi	Tj. Morawa	Tebing Tinggi	Siantar	Kisaran	Dummy	Kapasitas
Mabar	3.500	1.666	2.875	2.946	3.600	0	12.000
	3.200 +	- 3.200	2.800			5.700	
Sei Rampah	4.090	2.272	1.500	2.333	2.500	0	13.000
						13.000	
Perdagangan	4.545	3.167	3.049	2.272	1.538	0	11.000
	- 3.200	+	500	3.600	3.700		
		3.200					
Permintaan	3.200	3.500	3.300	3.600	3.700	18.700	36.000

Membuat jalur tertutup

Jalur tertutup dimulai dari sel Matriks X_{31} dengan memilih jalur tertutup yaitu $X_{31} \rightarrow X_{32} \rightarrow X_{12} \rightarrow X_{11}$. Kemudian muatan distribusi juga dipindahkan sesuai dengan jumlah total muatan distribusi kapasitas dan juga permintaan. Selanjutnya akan dilakukan revisi yang kedua.

Revisi 2

Tabel 4.18 : Tabel revisi kedua MODI

Sumber	Gunung Tinggi	Tj. Morawa	Tebing Tinggi	Siantar	Kisaran	Dummy	Kapasitas
Mabar	3.500	1.666	2.875	2.946	3.600	0	12.000
		3.500				2.500	
	3.200	+ ← 3.00	2.800			↑ - 5.700	
Sei Rampah	4.090	2.272	1.500	2.333	2.500	0	13.000
						13.000	
Perdagangan	4.545	3.167	3.049	2.272	1.538	0	11.000
		↓ - 3.200	500	3.600	3.700	→ + 3.200	
Permintaan	3.200	3.500	3.300	3.600	3.700	18.700	36.000

Membuat jalur tertutup

Jalur tertutup dimulai dengan sel matriks X_{32} dengan memilih jalur tertutup yaitu $X_{32} \rightarrow X_{36} \rightarrow X_{16} \rightarrow X_{12}$. Kemudian muatan distribusi juga dipindahkan sesuai dengan jumlah total muatan distribusi kapasitas dan juga permintaan.

Revisi 3

Tabel 4.19 : Tabel revisi ketiga MODI

Sumber	Gunung Tinggi	Tj. Morawa	Tebing Tinggi	Siantar	Kisaran	Dummy	Kapasitas
Mabar	3.500	1.666	2.875	2.946	3.600	0	12.000
			← -			+ 5.300	
	3.200	3.500	2.800			2.500	
Sei Rampah	4.090	2.272	1.500	2.333	2.500	0	13.000
			+ ↓			-	
			2.800			10.200	
						13.000	
Perdagangan	4.545	3.167	3.049	2.272	1.538	0	11.000
			500	3.600	3.700	3.200	
Permintaan	3.200	3.500	3.300	3.600	3.700	18.700	36.000

Membuat jalur tertutup

Jalur tertutup dimulai dengan sel matriks X_{13} dengan memilih jalur tertutup yaitu $X_{13} \rightarrow X_{23} \rightarrow X_{26} \rightarrow X_{16}$. Kemudian muatan distribusi juga dipindahkan sesuai dengan jumlah total muatan distribusi kapasitas dan juga permintaan.

Revisi 4

Tabel 4.20 : Tabel revisi keempat MODI

Sumber	Gunung Tinggi	Tj. Morawa	Tebing Tinggi	Siantar	Kisaran	Dummy	Kapasitas
Mabar	3.500	1.666	2.875	2.946	3.600	0	12.000
	3.200	3.500				5.300	
Sei Rampah	4.090	2.272	1.500	2.333	2.500	0	13.000
			+ 3.300			-	
Perdagangan	4.545	3.167	3.049	2.272	1.538	0	11.000
			2.800			9.700	
Permintaan	3.200	3.500	3.300	3.600	3.700	18.700	36.000
			-			10.200	
			-500	3.600	3.700	3.700	
						3.200	

Membuat jalur tertutup

Jalur tertutup dimulai dengan sel matriks X_{33} dengan memilih jalur tertutup yaitu $X_{33} \rightarrow X_{36} \rightarrow X_{26} \rightarrow X_{23}$. Kemudian muatan distribusi juga dipindahkan sesuai dengan jumlah total muatan distribusi kapasitas dan juga permintaan.

Tabel 4.21 : Tabel Hasil Revisi keempat MODI

Sumber	Gunung Tinggi	Tj. Morawa	Tebing Tinggi	Siantar	Kisaran	Dummy	Kapasitas
Mabar	3.500	1.666	2.875	2.946	3.600	0	12.000
	3.200	3.500				5.300	
Sei Rampah	4.090	2.272	1.500	2.333	2.500	0	13.000
			3.300			9.700	
Perdagangan	4.545	3.167	3.049	2.272	1.538	0	11.000
				3.600	3.700	3.700	
Permintaan	3.200	3.500	3.300	3.600	3.700	18.700	36.000

Langkah selanjutnya ialah menentukan kembali nilai U_i dan V_j untuk setiap baris dan kolom seperti langkah sebelumnya untuk mendapatkan Opportunity Cost pada seluruh sel-sel kosong.

Misal $U_1 = 0$ dan $C_{11} = 3.500$, maka :

$$V_1 = 3.500 - 0 = 3.500$$

Dalam hal ini, angka 0 yang dipilih untuk U_1 adalah angka sembarang. Pilihan itu agar memudahkan dalam perhitungan.

Selanjutnya, nilai U_1 digunakan untuk menentukan nilai V_6 karena sel matriks X_{16} adalah sel isi dimana $C_{16} = 0$. Maka $V_6 = 0$ dan sel matriks X_{26} adalah sel isi maka $U_2 = 0 - 0 = 0$. Setelah itu U_2 diketahui, kini bisa menentukan V_2 karena sel matriks X_{12} adalah sel isi. Karena $U_2 = 0$ dan $C_{12} = 1.666$, maka $V_2 = 1.666 - 0 = 1.666$.

Karena V_3 diketahui dan sel matriks X_{23} adalah sel isi maka $V_3 = 1.500 - 0 = 1.500$. Karena V_5 diketahui dan sel matriks X_{35} adalah sel isi maka $U_3 = 0 - 0 = 0$. Karena U_3 diketahui dan sel matriks X_{35} sel isi maka $V_5 = 1.538 - 0 = 1.538$. Yang terakhir, karena U_3 diketahui dan sel matriks X_{34} adalah isi maka $V_4 = 2.272 - 0 = 2.272$.

Tabel 4.22 : Tabel *Oppurtunity* solusi akhir setelah di revisi dengan MODI

Sumber	Gunung Tinggi	Tj. Morawa	Tebing Tinggi	Siantar	Kisaran	Dummy	Kapasitas	U_i
Mabar	3.500	1.666	2.875	2.946	3.600	0	12.000	0
	3.200	3.500				5.300		
Sei Rampah	4.090	2.272	1.500	2.333	2.500	0	13.000	0
			3.300			9.700		
Perdagangan	4.545	3.167	3.049	2.272	1.538	0	11.000	0
				3.600	3.700	3.700		
Permintaan	3.200	3.500	3.300	3.600	3.700	18.700	36.000	
V_j	3.500	1.818	1.500	2.272	1.538	0		

Menentukan *Oppurtunity Cost* seluruh sel kosong

a. Mabar - Gunung Tinggi

$$\begin{aligned} O_{13} &= U_1 + V_3 - C_{13} \\ &= 0 + 1.500 - 2.875 \\ &= -1.375 \end{aligned}$$

b. Mabar Siantar

$$\begin{aligned} O_{14} &= U_1 + V_4 - C_{14} \\ &= 0 + 2.272 - 2.946 \\ &= -674 \end{aligned}$$

c. Mabar Kisaran

$$\begin{aligned} O_{15} &= U_1 + V_5 - C_{15} \\ &= 0 + 1.538 - 3.600 \\ &= -2.062 \end{aligned}$$

d. Sei Rampah - Gunung Tinggi

$$\begin{aligned} O_{21} &= U_2 + V_1 - C_{21} \\ &= 0 + 3.500 - 4.090 \\ &= -590 \end{aligned}$$

e. Sei Rampah - Tj. Morawa	$O_{22} = U_2 + V_2 - C_{22}$ $= 0 + 1.666 - 2.272$ $= -606$
f. Sei Rampah Siantar	$O_{24} = U_2 + V_4 - C_{24}$ $= 0 + 2.272 - 2.333$ $= -61$
g. Sei Rampah Kisaran	$O_{25} = U_2 + V_5 - C_{25}$ $= 0 + 1.538 - 2.500$ $= -962$
h. Perdagangan - Gunung Tinggi	$O_{31} = U_3 + V_1 - C_{31}$ $= 0 + 3.500 - 4.545$ $= -1.045$
i. Perdagangan - Tj. Morawa	$O_{32} = U_3 + V_2 - C_{32}$ $= 0 + 1.818 - 3.167$ $= -1.349$
j. Perdagangan - Tebing Tinggi	$O_{33} = U_3 + V_3 - C_{33}$ $= 0 - 1.500 - 3.049$ $= -1.549$

Karena tidak ada lagi nilai positif, berarti solusi ini sudah optimal. Dengan demikian, besarnya biaya transportasi dari solusi akhir yang telah didapatkan adalah:

a. Mabar - Gunung Tinggi	3.200×3.500	$= 11.200.000$
b. Mabar - Tj. Morawa	3.500×1.666	$= 5.831.000$
c. Mabar - Dummy	8.800×0	$= 0$
d. Sei Rampah - Tebing Tinggi	3.300×1.500	$= 4.950.000$
e. Sei Rampah - Dummy	6.200×0	$= 0$

f. Perdagangan - Siantar	3.600×2.272	$= 8.179.200$
g. Perdagangan - Kisaran	3.700×1.538	$= 5.690.600$
h. Perdagangan - Dummy	3.700×0	$= 0$
		<hr/>
	Total	$= 35.850.800$

Jadi, total biaya transportasi untuk mendistribusikan produk pakan ternak ayam pada PT. Mabar Feed Indonesia pada solusi akhir yaitu sebesar Rp = 35.850.800

B. PEMBAHASAN

Untuk menganalisis permasalahan pengoptimalan biaya transportasi pada PT. Mabar Feed Indonesia diperlukan adanya data kapasitas produk pakan ternak dan data permintaan produk pakan ternak ayam. PT. Mabar Feed Indonesia juga mempunyai beberapa gudang dengan kapasitas tertentu yang terletak di Wilayah Sumatera Utara antara lain Mabar, Sei Rampah dan Perdagangan dengan total jumlah kapasitas 36.000 ton. Kemudian PT.Mabar Feed Indonesia juga mempunyai beberapa tujuan dengan jumlah permintaan masing-masing yang masih terletak di wilayah Sumatera Utara antara lain Gunung Tinggi, Tj.Morawa, Tebing Tinggi, Siantar, dan Kisaran dengan total jumlah permintaan 17.300 ton.

Adapun jenis angkutan dalam mendistribusikan produk pakan ternak pada PT.Mabar Feed Indonesia menggunakan jasa angkutan Truk dan Mobil Box. Kemudian biaya transportasi pada PT.Mabar Feed Indonesia yaitu termasuk biaya perjalanan atau minyak (rupiah) yang akan mendistribusikan produk pakan ternak ayam ke tujuan yang telah ditentukan oleh perusahaan. Sebelum menggunakan metode transportasi biaya transportasi sebesar Rp 48.050.00 dan setelah menggunakan metode transportasi biaya nya menjadi Rp 48.044.800. Kemudian untuk menanggulangi biaya masalah biaya transportasi dapat menggunakan metode *least cost* yang mampu meminimalisirkan biaya tersebut.

Metode *Least Cost* memiliki beberapa tahapan. Dimana mulai tahap 1 sampai dengan tahap 8 yaitu memilih biaya distribusi terkecil hingga total muatan tersebut terpenuhi. Setelah total muatan terpenuhi dan biaya transportasi sebelumnya sudah menjadi lebih optimal dari yang sebelumnya. Untuk mengoptimalkan biaya transportasi dari metode *Least Cost* dapat mengoptimalkan dengan menggunakan metode *Modified Distribution*.

Hasil akhir pada metode *Modified Distribution* yaitu dimana Mabar mendistribusikan ke tujuan Gunung Tinggi dengan biaya transportasi per ton nya yaitu 3.500 dan muatannya berisi 3.200 ton. Kemudian Mabar juga mendistribusikan ke Tj.Morawa dengan biaya transportasi per ton nya yaitu 1.666 dan muatannya berisi 3.500 ton. Selanjutnya Sei Rampah mendistribusikan ke tujuan Tebing Tinggi dengan biaya transportasi per ton yaitu 1.500 dan mu-

atannya berisi 3.300 ton. Selanjutnya Perdagangan mendistribusikan ke tujuan Siantar dengan biaya transportasi per ton yaitu 2.272 dan muatannya berisi 3.600 ton. Kemudian Perdagangan juga mendistribusikan ke Kisaran dengan biaya transportasi per ton yaitu 1.538 dan muatannya berisi 3.700 ton.

Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan proses distribusi dengan menggunakan *Least Cost* dan Metode *Modified Distribution* dapat menghemat biaya transportasi pada PT. Mabar Feed Indonesia dari Rp 48.044.800 menjadi Rp 35.850.800 serta dapat meningkatkan laba atau pendapatan yaitu sebesar Rp 12.194.000. Sehingga penggunaan metode *Least Cost* dan Metode *Modified Distribution* dalam pendistribusian pakan ternak ayam pada PT. Mabar Feed Indonesia dapat dikatakan optimal.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada bab-bab sebelumnya yang menjelaskan tentang mengenai metode *Least Cost* dan Metode *Modified Distribution*, maka dapat disimpulkan bahwa pada PT. Mabar Feed Indonesia dapat menghemat biaya distribusi kemudian hasil perhitungan yang telah diperoleh bahwa biaya transportasi distribusi yang optimal adalah sebesar Rp.35.850.800.

Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan proses distribusi dengan menggunakan *Least Cost* dan Metode *Modified Distribution* ternyata dapat menghemat atau meminimumkan biaya transportasi pada pakan ternak dari Rp.48.044.800 menjadi Rp.35.850.800 serta dapat meningkatkan laba atau pendapatan yaitu sebesar Rp.12.194.000.

5.2 Saran

1. Untuk menanggulangi timbulnya biaya yang lebih besar dalam efisiensi biaya proses distribusi maka dengan menggunakan model transportasi distribusi dalam mendistribusikan produk untuk menghemat biaya distribusi dan meningkatkan laba perusahaan dan mengontrol jalan proses distribusi agar hal-hal yang dapat menghemat jalannya proses distribus dapat segera diatasi.
2. Bagi pihak PT. Mabar Feed Indonesia agar dapat mempertimbangkan pemakaian metode transportasi distribusi untuk meminimumkan biaya pendistribusian produk pakan ternak dimasa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisasmita, Rahardjo. (2010). *Dasar-dasar Ekonomi Transportasi*. Cetakan Pertama. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Aminudin. (2005): *Prinsip-prinsip Riset Operasi*. Erlangga. Jakarta.
- Ardhani, Ika Widya. Mengoptimalkan Biaya Distribusi Pakan Ternak Dengan Menggunakan Metode Transportasi (Studi Kasus: di PT. X Krian). Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Maarif Hasyim Latif, Sidoarjo, Indonesia..
- Cipta, Hendra. (2018) *Operasi Riset*. Medan.
- Kakiay, T.J., (2008): *Pemrograman Linier*. Andi. Yogyakarta.
- Nelwan, Claudia, (John S. Kekenusa, Yohanes Langi). Optimasi Pendistribusian air dengan menggunakan Metode *Least Cost* dan Metode *Modified Distribution* (Studi Kasus: PDAM Kabupaten Minahasa Utara). Program Studi Matematika, FMIPA, Universitas Sam Ratulangi.
- PT. Mabar Feed Indonesia, (Online) (m.facebook.com/pages/PT-Mabar-Feed-Indonesia/34608481540546)
- Russel, Robert S. and Taylor Bernard W. (2007). *Operation Management International Edition*. Prentice Hall International, Inc. London.
- Sari, Deasy Permata. Optimasi Distribusi Gula Merah Pada UD Sari Bumi Raya Menggunakan Model Transportasi dan Metode Least Cost. Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dian Suswanto.
- Sedyaningrum, M. M. ,N. F., (2006): Pengaruh Jumlah Nilai Ekspor, Impor Dan Pertumbuhan Ekonomi Terhadap Nilai Tukar Dan Daya Beli Masyarakat di Indonesia, Program Studi Pada Bank Indonesia, 2(1), 21-24.
- Siswanto (2007): *Operation Research*. Erlangga. Jakarta.
- Sitinjak, T., (2006): Riset Operasional Untuk Pengambilan Keputusan Manajerial dengan Aplikasi Excel, Penerbit Graha Ilmu, Jogjakarta.
- Taylor, B. W., (2001): Sains Manajemen Edisi Kedua , Salemba Empat , Jakarta.



M A B A R

PT. MABAR FEED INDONESIA

Office:

**Jl. Rumah Potong Hewan No. 44 Mabar, Medan Deli, Kota Medan
Sumatera Utara 20242**

Tel. 062 – 61 – 6851244 (Hunting). Fax. 062 – 61 – 6851233

e-mail : mabargrp@indosat.net.id ; mabargrp@hotmail.com

Kapasitas Produk Pakan Ternak Ayam pada Bulan Juni 2020

No	Gudang	Kapasitas
1	Mabar	12.000
2	Sei Rampah	13.000
3	Perdagangan	11.000

Medan, 01 Juli 2020



MABAR

PT. MABAR FEED INDONESIA

Hamdan, SH
Manajer HRD

Cc. File



M A B A R

PT. MABAR FEED INDONESIA

Office:

Jl. Rumah Potong Hewan No. 44 Mabar, Medan Deli, Kota Medan
Sumatera Utara 20242

Tel. 062 – 61 – 6851244 (Hunting). Fax. 062 – 61 – 6851233

e-mail : mabargrp@indosat.net.id ; mabargrp@hotmail.com

Alokasi dan Kapasitas Gudang pada Bulan Juni 2020

Gudang	Tujuan	Minggu I	Minggu II	Minggu III	Minggu IV	Rata-rata	Total Kapasitas
Mabar	Gunung Tinggi	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	12.000
	Tj. Morawa	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	
	Tebing Tinggi	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	
	Siantar	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	
	Kisaran	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	
Sei Rampah	Gunung Tinggi	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	13.000
	Tj. Morawa	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	
	Tebing Tinggi	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
	Siantar	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	
	Kisaran	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	
Perdagangan	Gunung Tinggi	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	11.000
	Tj. Morawa	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	
	Tebing Tinggi	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	
	Siantar	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	
	Kisaran	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	

Medan, 01 Juli 2020



MABAR

PT. MABAR FEED INDONESIA

Hamdan, SH
Manajer HRD

Cc. File



M A B A R

PT. MABAR FEED INDONESIA

Office:

Jl. Rumah Potong Hewan No. 44 Mabar, Medan Deli, Kota Medan
Sumatera Utara 20242

Tel. 062 – 61 – 6851244 (Hunting). Fax. 062 – 61 – 6851233

e-mail : mabargrp@indosat.net.id ; mabargrp@hotmail.com

Rata-rata Permintaan pada Bulan Juni 2020

No	Tujuan	Jumlah Permintaan (ton)
1	Gunung Tinggi	3.200 ton
2	Tj. Morawa	3.500 ton
3	Tebing Tinggi	3.300 ton
4	Siantar	3.600 ton
5	Kisaran	3.700 ton

Medan, 01 Juli 2020



MABAR

PT. MABAR FEED INDONESIA

Hamdan, SH
Manajer HRD

Cc. File



M A B A R

PT. MABAR FEED INDONESIA

Office:

**Jl. Rumah Potong Hewan No. 44 Mabar, Medan Deli, Kota Medan
Sumatera Utara 20242**

Tel. 062 – 61 – 6851244 (Hunting). Fax. 062 – 61 – 6851233

e-mail : mabargrp@indosat.net.id ; mabargrp@hotmail.com

Alokasi Pengiriman Produk Pakan Ternak Ayam dari setiap Gudang ke setiap
Tujuan pada Bulan Juni 2020

Gudang	Tujuan	Alokasi	Biaya Angkut	Jumlah Total Biaya Angkut/bulan
Mabar	Gunung Tinggi	1.000	3.500	Rp 3.500.000
	Tj. Morawa	1.200	1.666	Rp 2.000.000
	Tebing Tinggi	1.200	2.875	Rp 3.450.000
	Siantar	1.300	2.946	Rp 3.830.000
	Kisaran	1.200	3.600	Rp 4.320.000
Sei Rampah	Gunung Tinggi	1.100	4.090	Rp 4.500.000
	Tj. Morawa	1.100	2.272	Rp 2.500.000
	Tebing Tinggi	1.000	1.500	Rp 1.500.000
	Siantar	1.200	2.333	Rp 2.800.000
	Kisaran	1.200	2.500	Rp 3.000.000
Perdagangan	Gunung Tinggi	1.100	4.545	Rp 5.000.000
	Tj. Morawa	1.200	3.167	Rp 3.800.000
	Tebing Tinggi	1.100	3.045	Rp 3.350.000
	Siantar	1.100	2.272	Rp 2.500.000
	Kisaran	1.300	1.538	Rp 2.000.000

Medan, 01 Juli 2020



MABAR

PT. MABAR FEED INDONESIA

Hamdan, SH
Manajer HRD

Cc. File



M A B A R

PT. MABAR FEED INDONESIA

Office :

Jl. Rumah Potong Hewan No. 44 Mabar, Medan Deli, Kota Medan
Sumatera Utara 20242 Indonesia

Tel. 062 - 61 - 6851244 (Hunting). Fax. 062 - 61 - 6851233

e-mail : mabargrp@indosat.net.id ; mabargrp@hotmail.com

Nomor : MB/0619/0211
Hal : Izin Pengambilan Data

Kepada Yth,
Bapak Ketua Program Studi Matematika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan
Jl. IAIN No. 1
di Medan

Dengan hormat,

Menunjuk Surat Bapak Nomor : B.031/ST.V.3/ST.IV/KP.07.6/5/2019 tanggal 10 Mei 2019, tentang Izin pengambilan data dari PT. Mabar Feed Indonesia oleh Mahasiswi Bapak yaitu :

- Nama : Widya Tantri Astuti
N I M : 73154015
Judul Penelitian : “ Optimasi Pendistribusian Pakan Ternak Ayam Dengan Menggunakan Metode Least Cost Dan Metode Modified Distribution “

Dengan ini saya sampaikan bahwa permohonan tersebut kami terima dengan ketentuan Mahasiswi yang bersangkutan dapat mengikuti aturan yang berlaku di perusahaan kami.

Demikian kami sampaikan atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

Medan, 26 Juni 2019



PT. MABAR FEED INDONESIA

Hamdan, SH
Manajer HRD

Cc. File

Widya_Tantri_Astuti_Revisi_KIRIM_BUK_ULFA.doc

ORIGINALITY REPORT

27 %	27 %	6 %	4 %
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	digilib.unimed.ac.id Internet Source	7 %
2	kgi-dasar.blogspot.com Internet Source	4 %
3	123dok.com Internet Source	3 %
4	repository.unhas.ac.id Internet Source	2 %
5	text-id.123dok.com Internet Source	2 %
6	lib.unnes.ac.id Internet Source	2 %
7	repository.uinsu.ac.id Internet Source	1 %
8	docplayer.info Internet Source	1 %
9	ejurnal.stmik-budidarma.ac.id Internet Source	1 %

10	repository.uin-suska.ac.id Internet Source	1 %
11	ejournal.unsrat.ac.id Internet Source	1 %
12	erwin2h.wordpress.com Internet Source	1 %
13	repository.potensi-utama.ac.id Internet Source	1 %
14	repository.umsu.ac.id Internet Source	1 %
15	core.ac.uk Internet Source	1 %
16	Submitted to Universitas Jenderal Soedirman Student Paper	1 %

Exclude quotes Off

Exclude matches < 1%

Exclude bibliography On