

SKRIPSI

**PERBANDINGAN METODE RUSSELL DAN LEAST COST DALAM
MODEL TRANSPORTASI
(Studi Kasus: PT. Coca-Cola Bottling Indonesia)**

Disusun dan diajukan oleh

INDAH HAMZAH

H111 16 311



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
JULI 2021**

SKRIPSI

PERBANDINGAN METODE RUSSELL DAN LEAST COST DALAM MODEL TRANSPORTASI (Studi Kasus: PT. Coca-Cola Bottling Indonesia)

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
pada Program Studi Matematika Departemen Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

**Universitas Hasanuddin
Makassar**

**INDAH HAMZAH
H111 16 311**

PROGRAM STUDI MATEMATIKA

DEPARTEMEN MATEMATIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

JULI 2021

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Indah Hamzah

NIM : H111 16 311

Program Studi : Matematika

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

**Perbandingan Metode Russell dan Least Cost dalam Model Transportasi
(Studi Kasus: PT.Coca-cola Bottling Indonesia)**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 2 Juli 2021



INDAH HAMZAH

NIM. H111 16 311

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**Perbandingan Metode Russell dan Least Cost dalam Model Transportasi
(Studi Kasus: PT. Coca-cola Bottling Indonesia)**

Disusun dan diajukan oleh

INDAH HAMZAH

1111 16 311

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin pada tanggal Juni 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing Utama



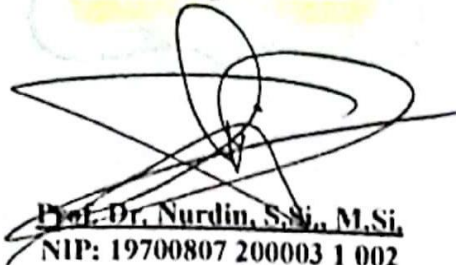
Prof. Dr. Aidawayati Rangkuti, MS.
NIP: 19570705 198503 2 001

Pembimbing Pertama



Dr. Hendra, S.Si, M.Kom.
NIP: 19760102 200212 1 001

Ketua Program Studi



Prof. Dr. Nurdin, S.Si, M.Si.
NIP: 19700807 200003 1 002



HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Indah Hamzah
NIM : H111 16 311
Program Studi : Matematika
Judul Skripsi : Perbandingan Metode Russell dan Least Cost dalam Model
Transportasi (Studi Kasus: PT. Coca-cola Bottling Indonesia)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Matematika Departemen Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Dewan Penguji

1. Ketua : Prof. Dr. Aidawayati Rangkuti., MS. (.....)
2. Sekretaris : Dr. Hendra, S.Si., M.Kom. (.....)
3. Anggota : Naimah Aris, S.Si., M.Math. (.....)
4. Anggota : Dr. Agustinus Ribal, S.Si., M.Sc. (.....)

Ditetapkan di : Makassar
Tanggal : Juli 2021



KATA PENGANTAR

Puji syukur alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas berkat, rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul **“Perbandingan Metode Russell dan Least Cost Dalam Model Transportasi (Studi Kasus PT. Coca-cola Bottling Indonesia)”**. Shalawat dan salam senantiasa dicurahkan kepada Rasulullah shalallahu’ alaihiwassallam beserta keluarga dari para sahabat beliau yang menjadi teladan yang membawa manusia dari lembah tanpa pena tanpa cahaya menuju lembah yang berhiasan lentera pena kebijakan dan cahaya Islam.

Penulis skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat kelulusan dalam jenjang perkuliahan strata 1 di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin Makassar. Pada penulisan skripsi ini tentu terdapat kekurangan baik aspek kualitas maupun kuantitas dari materi penelitian yang disajikan, semua ini dikarenakan keterbatasan yang dimiliki penulis. Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan sehingga penulis membutuhkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kemajuan pendidikan.

Skripsi ini dapat terwujud berkat doa dan dukungan yang telah mencurahkan segala kasih sayang dan cintanya untuk penulis, kepada kedua orang tua **Hamzah** dan **Hadijah** yang mengajarkan tentang tanggung jawab dan senantiasa menjadi pelindung, serta untuk kakak tercinta **Taufik, Mutmainna, Taufan, Nurrahma, Rizal** dan adek tercinta **Khafifah** dan **Azisam** yang mengajarkan untuk tetap tegar, motivator dan menjadi figur yang baik untuk penulis sekaligus turut membantu dalam penulisan skripsi ini.

Selanjutnya dalam penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapat bantuan dari segi pihak, sehingga dalam kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan terimakasih kepada:

1. Ibu **Prof. Dwia Aries Tina Pubuluh, MA.** selaku rektor Universitas Hasanuddin.
2. Bapak **Dr. Eng. Amiruddin** selaku dekan beserta staf pegawai Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

3. Bapak **Dr. Andi Ilham Latunru, M.Si** selaku Wakil Dekan III Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alama Universitas Hasanuddin yang senantiasa mendukung proses dalam Lembaga kemahasiswaan.
4. Bapak Ketua Departemen Matematika **Dr. Nurdin, S.Si., M.Si** beserta staf pegawai departemen Matematika FMIPA UNHAS.
5. Ibu **Prof. Dr. Hj. Aidawayati Rangkuti, MS** selaku pembimbing utama dan bapak **Dr. Hendra. S.Si., M. Kom** selaku pembimbing pertama yang telah berkenan meluangkan waktu dan pikiran dalam membimbing dan memberikan petunjuk yang sangat berharga dalam penyusunan skripsi ini.
6. Ibu **Naimah Aris, S.Si., S.Math** selaku penguji I sekaligus penasehat akademik yang selalu membimbing penulis dari awal kuliah sampai tahap akhir dan Bapak **Dr. Agustinus Ribal, S.Si., M.Sc** selaku penguji II yang telah memberikan kritikan yang membangun serta masukan-masukan penyusunan skripsi ini.
7. Seseorang yang tidak pernah jenuh terhadap keluh kesah penulis selama penelitian skripsi, **Abd. Ulya utama** terima kasih atas segala semangat, motivasi, dan kesabarannya sampai saat ini.
8. **Rahmat Syamsudaris** sebagai seseorang yang selalu ada direpotkan dan tempat berbagi cerita suka duka bersama.
9. Sahabat rasa keluarga BISUR yang tersayang **Nisa, Ulfa, Inci, Ayu, Alda, Sukma, Maryam** yang telah menemani dan menerima kekurangan penulis dan memberikan motivasi disaat penulis dalam keadaan terpuruk dan putus asa. Terima kasih sudah mewarnai hari-hari dikampus yang penuh dengan suka duka. Kepada **Sukma Juliana (suju)** terima kasih untuk semuanya yang selalu menemani penulis.
10. Teman-teman Pengungsi Karmila terkhusus **Dayah, Asti, Haliyah** terima kasih atas bantuannya selama proses penyusunan skripsi ini.
11. Teman rasa keluarga Mogok Genk (**Khalik, Agustina, Taufik**) terima kasih atas doa dan dukungannya selama penyusunan skripsi ini.
12. Teman-teman **Matematika 2016** atas segala bentuk dukungan dan bantuan selama proses perkuliahan.

13. **Saudara(i) A16oritma** dan **Saudara(i) MIPA 2016** yang telah memberikan penulis pengalaman yang sangat berharga dan tak bisa dilupakan mulai sejak awal kuliah sampai tahap akhir.
14. Seluruh teman-teman **KKN REGULER BONE UNHAS GEL. 102** terkhusus kepada **Posko Pattiroriolo** yaitu **Ayu, Atu, Qalbi, Dwi, Arya, Kak Aldi, Kak Acca, dan Kak Agim** terima kasih atas waktu singkat dan pengalaman yang bermakna.
15. Terima kasih kepada **Kak Musdalifah dan Nurpadillah** atas bantuannya dalam penyusunan skripsi ini.

Dari semua bantuan dan bimbingan yang telah diberikan, penulis tentunya tidak dapat memberikan balasan yang setimpa kecuali berdoa semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada hamba-Nya yang senantiasa membantu sesamanya.

Akhir kata semoga jasa, pengorbanan dan budi baik bapak, ibu dan rekan-rekan serta segenap keluarga mendapat imbalan dari Allah SWT, Aamiin Ya Robbal Alamiin.

Wassalamualikum warahmatullahi wabarakatu.

Makassar, 2 Juli 2021



Indah Hamzah

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Hasanuddin, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Indah Hamzah
NIM : H111 16 311
Program Studi : Matematika
Departemen : Matematika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Hasanuddin **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exklusif Royalti-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“Perbandingan Metode Russell dan Least Cost dalam Model Transportasi (Studi Kasus: PT. Coca-cola Bottling Indonesia)”.

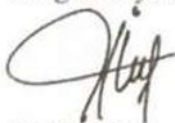
beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Terkait dengan hal di atas, maka pihak Universitas Hasanuddin, mengalih-media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama telah mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Makassar

Pada tanggal : Juli 2021

Yang menyatakan



(Indah Hamzah)

ABSTRAK

Metode transportasi adalah suatu metode yang digunakan untuk mengatur distribusi barang dari beberapa sumber ke beberapa tujuan untuk mendapatkan biaya minimal dari total distribusi. Pada penelitian ini, metode transportasi yang digunakan untuk memecahkan permasalahan transportasi adalah metode Russell dan least cost. Selanjutnya metode Russell di selesaikan dengan menentukan biaya terbesar pada setiap baris dan kolom. Dan metode least cost memilih biaya transportasi terkecil kemudian melakukan alokasi pada tabel. Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu mengimplementasikan dan membandingkan metode Russell dan least cost pada perusahaan minuman PT. Coca-cola Bottling Indonesia.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Metode Russell dan least cost dapat menyelesaikan masalah transportasi dengan baik, dan diperoleh hasil selisih dari kedua metode tersebut sebesar Rp.215.387.499,- dapat menghemat biaya distribusi serta meningkatkan keuntungan PT. Coca-cola Bottling Indonesia.

Kata Kunci: Model Transportsi, Metode *Russell*, Metode *Least Cost*

ABSTRACT

Transportation method is applied to regulate commodity distributions from several sources to destinations to obtain minimal costs of distribution total. In this research transportation methods applied to solve transportation problem are Russell Method and Least Cost Method. Furthermore, the Russell Method is solved by determining most cost in every row and column. And the least cost method selects least transportation cost then does allocation to the table. The aim which will be achieved in this research is implementing and comparing Russell and least cost method in beverage company PT. Coca-cola Bottling Indonesia.

The result of the research shows that russell method method and least cost can solve transportation problem well and obtained difference result from both those methods is Rp.215.387.499,- can save distributions costs and PT. Coca-cola Bottling Indonesia's profits.

Keyword: *Transportation Model, Russell Method, Least Cost Method.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
PERNYATAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Riset Operasi	6
2.2 Program Linear	6
2.3 Model Transportasi	10
2.4 Metode Russell (Russell Appriximatioan Method/ RAM)	13
2.5 Metode Biaya Terendah (Least Cost Method)	27
BAB III	33
METODOLOGI PENELITIAN	33
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	33
3.2 Teknik Pengumpulan Data	33

3.3	Jenis dan Sumber Data.....	33
3.4	Model Penelitian.....	34
3.5	Metode Penelitian	34
BAB IV		37
HASIL DAN PEMBAHASAN		37
4.1.	Hasil Penelitian.....	37
4.2.	Penerepan Metode Transportasi dalam Pendistribusian Minuman	41
KESIMPULAN DAN SARAN		64
5. 1	Kesimpulan.....	64
5. 2	Saran	65
DAFTAR PUSTAKA		66
LAMPIRAN		68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Model transportasi dari sumber ke tujuan.....	11
Gambar 3.1 Langkah-langkah penelitian.....	35
Gambar 4.1 Alur pendistribusian minuman.....	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Transportasi.....	12
Tabel 2.2 Kapasitas Gudang PT. Gardenia	15
tabel 2.3 Permintaan Gudang PT. Gardenia	15
Tabel 2.4 Jalur Distribusi	15
Tabel 2.5 Biaya Jalur Distribusi	16
Tabel 2.6 Contoh soal masalah transportasi linear (dalam rupiah)	17
Tabel 2.7 Data awal metode transportasi untuk metode russell (dalam rupiah) ...	17
Tabel 2.8 Hasil Perhitungan Negatif.....	18
Tabel 2.9 Iterasi 1 alokasi biaya transportasi dengan metode russell	19
Tabel 2.10 Iterasi 2 Alokasi biaya transportasi dengan metode russell	20
Tabel 2.11 Iterasi 3 alokasi biaya transportasi dengan metode russell	22
Tabel 2.12 Iterasi 4 alokasi biaya transportasi dengan metode russell	23
Tabel 2.13 Iterasi 5 alokasi biaya transportasi dengan metode russell	24
Tabel 2.14 Iterasi 6 alokasi biaya transportasi dengan metode russell	25
Tabel 2.15 Iterasi 7 alokasi biaya transportasi dengan metode russell	25
Tabel 2.16 Hasil akhir penentuan solusi awal dengan metode rusell	26
Tabel 2.17 Tabel awal transportasi	27
Tabel 2.18 Hasil penyelesaian langkah 1	28
Tabel 2.19 Hasil penyelesaian langkah 2	28
Tabel 2.20 Hasil penyelesaian langkah 3	29
Tabel 2.21 Hasil penyelesaian langkah 4	29
Tabel 2.22 Hasil penyelesaian langkah 5	30
Tabel 2.23 Hasil penyelesaian langkah 6	30
Tabel 2.24 Hasil penyelesain langkah 7	31
Tabel 2.25 Hasil akhir penentuan solusi metode least cost.....	31
Tabel 4.1 Biaya transportasi dari pabrik ke gudang (Dalam Kontainer)	39
Tabel 4.2 Matriks biaya transportasi dari pabrik ke gudang (Dalam Pc)	39
Tabel 4.3 Data awal ongkos distribusi minuman dari pabrik ke gudang	42
Tabel 4.4 Hasil perhitungan negatif.....	42
Tabel 4.5 Iterasi 1 alokasi biaya transportasi dengan metode russell	45

Tabel 4.6 Iterasi 2 alokasi biaya transportasi dengan menggunakan metode russell	45
Tabel 4.7 Iterasi 3 alokasi biaya transportasi dengan menggunakan metode russell	49
Tabel 4.8 Iterasi 4 alokasi biaya transportasi dengan metode russell	49
Tabel 4.9 Iterasi 5 alokasi biaya transportasi dengan metode russell	52
Tabel 4.10 Iterasi 6 alokasi biaya transportasi dengan metode russell	52
Tabel 4.11 Iterasi 7 alokasi biaya transportasi dengan metode russell	55
Tabel 4.12 Hasil akhir penentuan solusi awal dengan metode russell.....	55
Tabel 4.13 Tabel awal transportasi.....	57
Tabel 4.14 Hasil penyelesaian langkah 1	57
Tabel 4.15 Hasil penyelesaian langkah 2	57
Tabel 4.16 Hasil penyelesaian langkah 3.....	59
Tabel 4.17 Hasil penyelesaian langkah 4.....	59
Tabel 4.18 Hasil penyelesaian langkah 5.....	60
Tabel 4.19 Hasil penyelesaian langkah 6	60
Tabel 4.20 Hasil penyelesaian langkah 7	62
Tabel 4.21 Hasil akhir solusi metode least cost	62
Tabel 4.22 Perbandingan biaya total.....	63

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seluruh sektor kehidupan tidak bisa dipisahkan dari proses distribusi (transportasi). Proses transportasi adalah tahap distribusi barang atau jasa dari produsen ke konsumen. Untuk memecahkan masalah transportasi, para manajer menggunakan bidang ilmu riset operasi. Riset operasi adalah bidang ilmu yang digunakan untuk membantu para manajer dalam membuat keputusan atau memecahkan masalah. Pada awalnya untuk memecahkan masalah, para manajer hanya menggunakan *qualitative approach* atau pendekatan kualitatif yaitu pendekatan yang mengandalkan penilaian dan pengalaman pribadi. Pendekatan ini pada akhirnya dianggap tidak optimal karena perbedaan pendapat dan pemikiran tiap manajer. Akhirnya, *quantitative approach* atau pendekatan kuantitatif yaitu pendekatan yang didasarkan pada model matematika yang banyak digunakan karena dianggap lebih konsisten dan akurat. (Rangkuti, A. 2013).

Pada umumnya, masalah transportasi adalah bagian dari "operation research" yang membahas tentang meminimumkan biaya transportasi dari suatu tempat ke tempat yang lain. Kasus transportasi timbul ketika seseorang mencoba menentukan cara pengiriman (pendistribusian) suatu jenis barang (item) dari beberapa sumber (lokasi penawaran) ke beberapa tujuan (lokasi permintaan). (Aminuddin. 2005).

Setiap industri pasti menginginkan biaya yang minimum untuk proses transportasi, sehingga diperlukan suatu strategi pemecahan masalah yang bisa memberikan solusi optimal. Dengan strategi dan perencanaan yang baik maka biaya untuk proses transportasi bisa dihemat. Perencanaan pengeluaran transportasi berhubungan dengan jumlah dan kapan akan dilangsungkan pengeluaran. Dengan adanya perencanaan pengeluaran transportasi maka akan diperoleh peningkatan keuntungan karena mampu meminimalkan biaya transportasi dan permintaan pasar juga dapat terpenuhi. (Nasution. 2004).

Mengirim barang dari satu tempat ke tempat lain memerlukan alat transportasi, baik alat transportasi yang dimiliki sendiri maupun menyewa,

keduanya memerlukan biaya pengiriman. Besarnya biaya pengiriman barang dipengaruhi dua variabel, yaitu jumlah barang yang akan dikirimkan dan biaya angkut per unit (Prawirosentono, S. 2019).

PT. Coca-cola Bottling Indonesia merupakan salah satu perusahaan industri yang bergerak dibidang minuman. Perusahaan ini memiliki aktifitas usaha yaitu menjual dan mendistribusikan minuman kepada toko-toko dan konsumennya yang membutuhkan produk-produk tersebut dalam kegiatan operasional usahanya. Saluran distribusi mempunyai pengaruh yang cukup besar terhadap penjualan pada perusahaan ini, karena besarnya penjualan yang dicapai oleh PT. Coca-cola Bottling Indonesia terjadi karena saluran distribusi perusahaan semakin luas.

PT. Coca-cola menyadari bahwa persaingan semakin kompetitif. Oleh karena itu diperlukan strategi yang tepat untuk menghadapi persaingan tersebut. Salah satu strategi yang digunakan perusahaan untuk menang dalam persaingan adalah dengan menekan biaya seminimal mungkin. Dalam mendistribusikan produk ke berbagai daerah sebagai salah satu bagian dari operasional perusahaan, tentunya membutuhkan biaya transportasi yang tidak sedikit jumlahnya. Untuk itu diperlukan perencanaan yang matang agar biaya transportasi dikeluarkan seefisien mungkin dan tidak menjadi persoalan yang dapat menguras biaya besar.

Mengetahuai akan pentingnya proses pendistribusian yang tepat, maka menarik bagi peneliti untuk melakukan evaluasi terhadap saluran distribusi pada PT. Coca-cola untuk mencari solusi agar biaya distribusi menjadi optimal. Sebagai objek penelitian dalam penulisan ini adalah perusahaan minuman PT. Coca-cola Bottling Indonesia yang terletak di Jl. Perintis Kemerdekaan Km.17 Makassar. Perusahaan ini mempunyai beberapa pabrik dan gudang yang terbesar di berbagai wilayah Indonesia yang kegiatan usahanya memproduksi minuman ringan dalam jumlah yang besar. Dengan pendistribusian produk minuman ringan yang banyak tersebut maka sangatlah cocok untuk mengukur biaya distribusi dengan menggunakan metode transportasi.

Dalam beberapa tahun terakhir banyak metode transportasi ditawarkan untuk menemukan solusi optimal untuk menyelesaikan masalah transportasi. Ada beberapa metode transportasi yang menggunakan solusi fisebel awal dalam penyelesaiannya, akan tetapi ada beberapa metode transportasi yang tidak

menggunakan solusi fisibel awal dalam penyelesaiannya. Beberapa metode untuk mencari solusi awal fisibel awal antara lain metode sudut barat laut, metode biaya terendah, dan metode pendekatan vogel. Kemudian solusi akhir atau optimal menggunakan metode batu loncatan atau MODI. Kelemahan dari beberapa metode tersebut adalah harus terlebih dahulu dicari solusi fisibel awal sehingga dianggap kurang efisien. Kemudian muncul metode langsung, yaitu tanpa harus mencari solusi fisebal awal, misalnya Metode *Zero Neighbouring Point*, Metode *Zero Suffix*, Metode *Zero Poin*, Metode *Exponential Approach*, Metode ASM, Metode Russell dan sebagainya.

Salah satu metode yang digunakan dalam metode transportasi pada skripsi ini yaitu Metode Russell dan Metode Least Cost. Metode Russell merupakan salah satu metode yang digunakan untuk memecahkan masalah transportasi dengan cara pendekatan selisih biaya terbesar antara biaya distribusi masing-masing baris dan kolom dimana sel itu berada sehingga menghasilkan biaya minimum. Sedangkan Metode Least Cost merupakan salah satu teknik solusi dalam transportasi, metode ini didasarkan pada aturan atau pengalokasian normatif dari persediaan dan kebutuhan sumber dalam suatu matriks transportasi tanpa perhitungan besar-besaran ekonomis.

Metode transportasi sangat dibutuhkan oleh perusahaan tersebut karena terkadang mengalami hambatan dan kesulitan dalam hal pengiriman barang kepada konsumen dalam jumlah banyak. Cara yang diperlukan dalam mengatasi masalah tersebut adalah dengan menerapkan metode transportasi agar dapat membantu meminimumkan biaya distrubusi pengiriman barang sehingga dapat meningkatkan keuntungan bagi perusahaan. Oleh karena itu, metode transportasi sangat berguna bagi perusahaan dalam pendistribusian barang agar lebih efektif.

Dari rangkaian latar belakang di atas maka peneliti tertarik mengambil judul tentang **“Perbandingan Metode Russell Dan Least Cost dalam Model Transportasi”**.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana mengimplementasikan metode Russell dan Least cost?

2. Berapakah perbandingan total biaya minimum distribusi pengiriman minuman pada PT. Coca-cola Bottling Indonesia dengan menggunakan Metode Russel dan Metode Least Cost ?

1.3 Batasan Masalah

1. Kasus yang diambil pada penelitian ini adalah pengiriman barang pada PT. Coca-cola Bottling Indonesia.
2. Penelitian hanya menggunakan dua sumber pabrik yaitu pada Cibitung dan Surabaya.
3. Hanya membahas biaya distribusi minuman saja.
4. Menguji keoptimalan dengan menggunakan metode batu loncatan.

1.4 Tujuan Penelitian

Sesuai dengan rumusan masalah tersebut, maka tujuan penelitian pada penulis ini adalah:

1. Mengimplementasikan metode Russell dan least cost pada perusahaan minuman PT. Coca-cola Bottling Indonesia.
2. Membandingkan total biaya distribusi pengiriman minuman pada perusahaan Coca-cola dengan menggunakan Metode Russell dan Metode Least Cost.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat yang diharapkan dari penelitian ini diantaranya adalah:

1. Bagi Penulis
Penelitian ini digunakan sebagai sarana untuk mengaplikasikan pengetahuan tentang ilmu yang telah diperoleh dalam mengikuti perkuliahan selama ini, khususnya yang berkaitan dengan metode transportasi dalam teori riset operasi.
2. Bagi Pembaca
Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk bahan perbandingan bagi pihak yang ingin mengetahui lebih banyak tentang analisis penerapan model transportasi dengan berbagai macam metode.

3. Bagi PT. Coca-cola Bottling Indonesia

Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk memberikan biaya distribusi yang minimum dan dapat dijadikan acuan untuk menghemat biaya distribusi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Riset Operasi

Riset operasi (*Operations Research*) adalah penerapan metode ilmiah untuk memecahkan masalah yang timbul dalam pelaksanaan kegiatan sehingga penggunaan sumber daya dapat optimal dan efisien. Riset operasi merupakan suatu cabang ilmu yang sudah berkembang sejak masa Perang Dunia II. Pada masa itu metode ini hanya dipakai dalam kegiatan militer, namun selanjutnya metode tersebut dipakai dalam bidang lain terutama bidang industri, bisnis dan administrasi pemerintahan.

Riset operasi berhubungan dengan prinsip optimisasi, yaitu bagaimana cara menggunakan sumber daya (waktu, tenaga, biaya dan lain-lain) untuk mengoptimalkan hasil. Mengoptimalkan hasil dapat berarti meminimumkan sesuatu yang merugikan/dikeluarkan atau memaksimumkan sesuatu yang menguntungkan/didapatkan. (Siang, J. J. 2014).

2.2 Program Linear

Program linear merupakan suatu metode untuk membuat keputusan di antara berbagai alternatif kegiatan pada waktu kegiatan-kegiatan tersebut dibatasi oleh kegiatan tertentu. Keputusan yang akan diambil dinyatakan sebagai fungsi tujuan (*objective function*), sedangkan kendala-kendala yang dihadapi dalam membuat keputusan tersebut dinyatakan dalam bentuk fungsi kendala (*constraints*). Adapun tujuan mempelajari pemrograman linear yaitu pertama mampu dalam membuat model matematika dan menguasai analisisnya; kedua memiliki wawasan dalam analisis untuk menentukan fungsi tujuan maksimal dan minimal dengan kendala yang ada; ketiga mampu menganalisis yang fungsi tujuannya maksimal dan minimal apabila terjadi perubahan pada fungsi tujuan dan kendala dilakukan secara manual serta dengan program Lindo. (Rangkuti, A. 2013).

Program linier pada mulanya merupakan suatu teknik yang digunakan oleh tim OR yang dikembangkan dalam bidang militer pada perang dunia II. Program

linier ini digunakan untuk memberi gambaran suatu cara dalam mengoptimalkan hal-hal yang berkaitan dengan fungsi linier dengan unsur-unsur kendala tertentu atau sumber daya (tenaga kerja, material, uang dan waktu) yang serba terbatas yang dinyatakan dengan persamaan atau pertidaksamaan linier. Oleh karena itu, berdasarkan keterangan diatas, dapat disimpulkan bahwa program linier dibatasi oleh sistem pertidaksamaan linier yang biasa disebut dengan sistem kendala (Silaen, S. 2014).

2.2.1 Model Program Linier

Bentuk umum model program linear sebagai berikut:

Maksimumkan

$$z = \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad (2.1)$$

Dengan batasan

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \text{ untuk } i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (2.2)$$

$$x_j \geq 0 \quad (2.3)$$

Atau dapat juga dituliskan secara lengkap sebagai berikut:

Maksimumkan fungsi tujuan

$$Z = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n \quad (2.4)$$

Dengan batasan

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1 \quad (2.5)$$

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

$$\vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots$$

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

$$x_1, x_2, x_3, \dots, x_n \geq 0$$

Disamping itu, terdapat bentuk lain sebagai berikut:

- Fungsi tujuan $Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$ diminimalkan.
- Beberapa kendala fungsional dengan ketidaksamaan lebih besar dari atau sama dengan

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \geq b_n$$

- Kendala fungsional dalam bentuk persamaan

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n = b_n$$

- Variabel keputusan memenuhi kendala tidak negatif yaitu

$$x_1, x_2, x_3, \dots, x_n \geq 0$$

Keterangan:

Z : Fungsi tujuan yang dicari nilai optimalnya (maksimal atau minimal).

c_j : Kenaikan nilai Z apabila ada pertambahan tingkat kegiatan x_j dengan satu satuan unit atau sumbangan setiap satuan keluaran kegiatan j terhadap Z .

n : Macam kegiatan yang menggunakan sumber atau fasilitas yang tersedia.

m : Macam batasan sumber atau fasilitas yang tersedia.

x_j : Tingkat kegiatan j .

a_{ij} : Banyaknya sumber i yang diperlukan untuk menghasilkan setiap unsur keluaran kegiatan j .

b_i : Kapasitas sumber i yang tersedia untuk dialokasikan ke setiap unit kegiatan.

Secara umum model program linier dapat di rangkaikan sebagai berikut:

- Fungsi yang akan dicari nilai optimalnya (Z) disebut fungsi tujuan (*objective function*) dapat berupa maksimal atau minimal.
- Fungsi yang mempengaruhi persoalan terhadap fungsi tujuan yang akan dicapai disebut dengan fungsi batasan atau kendala

(*construction function*) yang merupakan ketidaksamaan persamaan.

- Variabel yang mempengaruhi persoalan dalam pengambilan keputusan disebut variabel keputusan (*decision variables*) yang bernilai non-negatif.

2.2.2 Asumsi Program Linier

Terdapat lima asumsi program linier:

- a. Linearitas, yakni membatasi bahwa fungsi tujuan dan fungsi kendala harus berbentuk linear, artinya variabel keputusan berpangkat satu
- b. Proporsionalitas, yakni naik turunnya nilai fungsi tujuan dan penggunaan sumber daya atau fasilitas yang tersedia akan berubah secara sebanding (*proportional*) dengan perubahan tingkat kegiatan.
- c. Aditivitas, yakni nilai fungsi tujuan untuk tiap kegiatan tidak saling memengaruhi dan dalam pemrograman linear dianggap bahwa kenaikan kegiatan dapat ditambahkan tanpa mempengaruhi bagian dari kegiatan lain.
- d. Deterministik yang dalam hal ini menyatakan bahwa setiap parameter yang ada dalam pemrograman linear (a_{ij} , b_i , c_{ij}) dapat ditentukan dengan pasti, meskipun jarang dengan tepat.
- e. Divisibilitas, yakni menyatakan bahwa keluaran (output) yang dihasilkan oleh setiap kegiatan dapat berupa bilangan pecahan. Demikian pula nilai Z yang dihasilkan, dalam memformulasikan suatu masalah nyata ke dalam pemrograman linear, maka diperlukan langkah sebagai berikut:
 - Memahami permasalahan
 - Mengidentifikasi variabel-variabel keputusan
 - Menyatakan fungsi tujuan sebagai kombinasi linear dari variabel keputusan
 - Menyatakan kendala struktural sebagai kombinasi linear dari variabel keputusan
 - Menyatakan kendala non-negatif dari variabel keputusan.
 (Rangkuti, A. 2013).

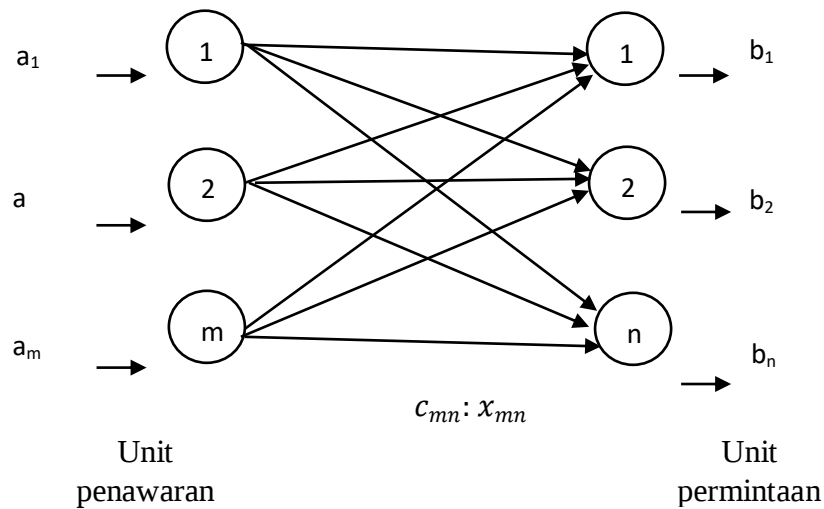
2.2.3 Tujuan Program Linier

Tujuan penyelesaian masalah dengan pemrograman linear berkaitan dengan masalah optimalisasi, yaitu tujuan maksimal atau minimal sesuatu dimana tingkat pencapaian tujuan ini di batasi oleh kendala yang mencerminkan keterbatasan dari kapasitas waktu, produk, kemampuan yang dimiliki. Nilai-nilai variabel keputusan yang dihasilkan dari proses pencapaian tujuan ini disebut sebagai solusi yang layak. Solusi yang layak dapat memberikan nilai fungsi tujuan paling besar (untuk kasus maksimal) atau yang paling kecil (untuk kasus minimal) disebut solusi optimal. (Rangkuti A, 2013).

2.3 Model Transportasi

Model transportasi adalah aplikasi dari model program linear yang merupakan suatu prosedur *iterative* untuk pemecahan masalah minimalisasi biaya pengiriman dari pabrik atau sumber m ke tempat tujuan n . Selanjutnya, perumusan persoalan linear programming, dan cara pemecahan yang sistematis dikembangkan oleh Prof. George Danzing yang sering disebut bapak linear programming. (Rangkuti, A. 2013).

Berikut proses transportasi antara permintaan (*demand*) dan penawaran (*supply*) dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Model transportasi dari sumber ke tujuan

Gambar 2.1 memperlihatkan sebuah model transportasi dari sebuah jaringan dengan m sebagai sumber dan n sebagai tujuan. Sumber dan tujuan diwakili dengan sebuah node, dan rute pengiriman barang dari yang menghubungkan sumber ke tujuan diwakili dengan busur yaitu: (Rangkuti, A. 2013).

- Masing-masing sumber mempunyai kapasitas $a_i, i = 1, 2, 3, \dots, m$
- Masing-masing tujuan mempunyai kapasitas $b_i, i = 1, 2, 3, \dots, n$
- x_{ij} jumlah satuan unit yang dikirim dari sumber i ke tujuan j
- c_{ij} ongkos pengiriman per unit dari sumber i ke tujuan j

Dengan demikian model pemrograman linear dari persoalan transportasi adalah

Fungsi tujuan:

$$\text{Meminimalkan } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (2.6)$$

Dengan batasan:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, i = 1, 2, \dots, m \quad (2.7)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, j = 1, 2, \dots, n \quad (2.8)$$

$$x_{ij} \geq 0, \text{ untuk semua } i \text{ dan } j$$

Persamaan (2.7) menetapkan bahwa jumlah pengiriman dari sebuah sumber tidak dapat melebihi permintaannya. Demikian pula persamaan (2.8) mengharuskan bahwa jumlah pengiriman ke sebuah tujuan tidak dapat melebihi

penawarannya. Jadi, batasan tersebut menyiratkan bahwa penawaran total sama dengan permintaan total. Tujuan model transportasi adalah menentukan jumlah yang harus dikirim dari setiap sumber ke setiap tujuan sedemikian rupa, sehingga biaya transportasi total dapat diminimalkan. (Rangkuti, A. 2013).

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij} = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m x_{ij} = \sum_i a_i = \sum_j b_j = A$$

Berikut keadaan yang menggambarkan kegiatan pengiriman barang dari setiap sumber (a_i) ke setiap tujuan (b_j). Dalam tabel transportasi terdapat $m \times n$ kotak. Biaya transportasi per unit barang c_{ij} dicatat pada kotak kecil dibagian kanan atas setiap kotak. Permintaan atau *demand* (D) dari setiap tujuan terdapat pada baris paling bawah, sementara penawaran atau *supply* (S) dari sumber terdapat pada kolom paling kanan. Variabel x_{ij} pada setiap kotak menunjukkan jumlah barang yang diangkut dari sumber i ke tujuan j . Bentuk umum dari tabel dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1 Tabel Transportasi

Dari \ Ke	Tujuan								Supply
	1	2	...	J	...	n			
1	c_{11}	c_{12}		c_{1j}		c_{1n}			a_1
	x_{11}					x_{1n}			
2	c_{21}	c_{22}		c_{2j}		c_{2n}			a_2
	x_{21}	x_{22}		x_{2j}		x_{2n}			
:	:	:	:	:	:	:	:	:	
i	c_{i1}	c_{i2}		c_{ij}		c_{in}			a_i
M	c_{m1}	c_{m2}		c_{mj}		c_{mn}			a_n
	x_{m1}	x_{m2}		x_{mj}		x_{mn}			
Demand	b_1	b_2		b_j		b_n			$\sum a_i = \sum b_i$

Sumber: Rangkuti, A. 2013.

Keterangan:

a_i = jumlah barang yang ditawarkan atau kapasitas sumber ke i ($i=1,2,3,\dots,m$)

b_j = jumlah barang yang diminta atau dipesan oleh tujuan ke j ($j=1,2,3,\dots,n$)

x_{ij} = jumlah barang yang dikirim dari sumber a_i ke tujuan b_j

c_{ij} = biaya pengiriman barang dari sumber a_i ke tujuan b_j

m = jumlah pengiriman dari sumber

n = jumlah pengiriman ke tujuan

Selanjutnya akan ditunjukkan Metode Russell dan metode Least Cost

2.4 Metode Russell (*Russell Approximation Method/ RAM*)

Metode ini adalah suatu metode yang pengalokasiannya dimulai dengan menentukan nilai u_i untuk setiap baris yang masih mungkin dilakukan pengalokasian dan nilai v_j untuk setiap kolom yang masih mungkin dilakukan pengalokasian. Nilai u_i yang biaya terbesar pada suatu baris dari kotak-kotak yang masih dilakukan pengalokasian, nilai v_j adalah biaya terbesar pada suatu kolom dari kotak-kotak yang masih dilakukan pengalokasian. Kemudian dilakukan perhitungan nilai untuk setiap kotak yang masih mungkin dilakukan pengalokasian. Selanjutnya dipilih kotak dengan nilai negatif terbesar dan dilakukan pengalokasian terhadap kotak tersebut. (Bernard, 2007).

Prosedur untuk mengetahui total biaya transportasi dengan menggunakan metode pendekatan RAM:

- Mengumpulkan data dari perusahaan yang berkaitan dengan biaya distribusi pengiriman minuman dari suatu sumber ke suatu tujuan.
- Kapasitas masing-masing gudang yaitu penawaran dan permintaan seimbang.
- Memasukkan data tersebut ke dalam matriks transportasi sehingga akan membentuk tabel awal.

- d. Menentukan nilai u_i untuk setiap baris yang masih mungkin dilakukan pengalokasian dan nilai v_j untuk setiap kolom yang masih mungkin dilakukan pengalokasian.
- e. Menentukan nilai tertinggi dari setiap baris dan setiap kolom kemudian menghitung nilai biaya distribusi setiap sel dengan rumus

$$\Delta c_{ij} = c_{ij} - u_i - v_j \quad (2.9)$$

Dimana :

Δc_{ij} = Selisih biaya distribusi

c_{ij} = Biaya distribusi sel pada baris ke- i dan kolom pada baris ke- j .

u_i = Biaya distribusi terbesar baris ke- i

v_j = Biaya distribusi terbesar pada kolom ke- j .

- f. Mengalokasikan produk sebanyak mungkin (nilai dari) dengan cara membandingkan antara nilai dari *supply* dan *demand* dan memilih yang paling minimum.
- g. Melakukan langkah c-f sampai sel-sel lain terisi penuh.
- h. Menghitung total biaya distribusi dengan cara menjumlahkan hasil perkalian dengan biaya distribusi pengiriman.

Sebagai contoh masalah pada metode transportasi dapat diselesaikan dengan menggunakan metode russell sehingga pada penelitian ini diperoleh dari gambaran umum tentang gudang dan gambaran umum tentang cabang yang dimiliki oleh masing-masing gudang tersebut, beserta *supply* yang diperoleh setiap gudang dan jumlah permintaan pada setiap cabang. PT. Gardenia mempunyai tiga gudang di daerah Sulawesi Selatan yaitu, Makassar, Takalar, dan Bulukumba. Pada setiap gudang jumlah kapasitas yang dimiliki berbeda-beda karena disesuaikan dengan kebutuhan setiap cabang, begitupun setiap cabang juga bermacam-macam jumlah permintaan karena disesuaikan dengan kebutuhan seorang konsumen. Adapun jumlah kapasitas setiap gudang dan jumlah permintaan setiap cabang adalah:

Tabel 2.2 Kapasitas Gudang PT. Gardenia

Gudang	Supply Gudang
Gradenia Makassar	3000 Bungkus/ Minggu
Gradenia Takalar	2200 Bungkus/ Minggu
Gradenia Bulukumba	2550 Bungkus/ Minggu
Total	7750 Bungkus/ Minggu

Sumber:Ibnas, R. 2017

1. Permintaan

Berdasarkan kapasitas gudang pada Tabel 2.2 meliputi permintaan kebutuhan cabang:

Tabel 2.3 Permintaan Gudang PT. Gardenia

Cabang	Supply Cabang/ Minggu
Gradenia Abdesir	1000 Bungkus
Gradenia Gowa	1250 Bungkus
Gradenia Maros	1500 Bungkus
Gradenia Pangkep	2000 Bungkus
Gradenia Barru	2000 Bungkus

Sumber:Ibnas, R. 2017

2. Biaya Transportasi/Bungkus Roti

Dalam penelitian ini juga diperoleh tentang jenis transportasi apa yang digunakan dan biaya transportasi yang dikeluarkan untuk per bungkus roti serta untuk biaya transportasi/mobil kanvas. Dalam mendistribusikan roti kesetiap daerah PT. Gardenia menggunakan jenis transportasi darat yaitu dengan menggunakan mobil kanvas. Adapun biaya transportasi/ bungkus roti adalah:

Tabel 2.4 Jalur Distribusi

Jalur Distribusi	Biaya / Bungkus
Makassar – Abdesir	Rp. 50
Makassar – Gowa	Rp. 100
Makassar – Maros	Rp. 150
Makassar – Pangkep	Rp. 200

Makassar – Barru	Rp. 250
Takalar – Abdesir	Rp. 100
Takalar – Gowa	Rp. 50
Takalar – Maros	Rp. 200
Takalar – Pangkep	Rp. 250
Takalar – Barru	Rp. 300
Bulukumba – Abdesir	Rp. 500
Bulukumba – Gowa	Rp. 450
Bulukumba – Maros	Rp. 600
Bulukumba – Pangkep	Rp. 700
Bulukumba – Barru	Rp. 800

Sumber:Ibnas, R. 2017

1. Biaya Transportasi Roti Dari Gudang Ke Cabang

Adapun isi setiap mobil kanvas yang berjumlah 500 bungkus roti. Jadi, biaya transportasi/ kanvas dalam mendistribusikan roti dari gudang ke cabang adalah:

Tabel 2.5 Biaya Jalur Distribusi

Jalur Distribusi	Biaya/ Kanvas
Makassar – Abdesir	Rp. 25.000
Makassar – Gowa	Rp.50.000
Makassar – Maros	Rp. 75.000
Makassar – Pangkep	Rp. 100.000
Makassar – Barru	Rp. 125.000
Takalar – Abdesir	Rp. 50.000
Takalar – Gowa	Rp. 25.000
Takalar – Maros	Rp. 100.000
Takalar – Pangkep	Rp. 125.000
Takalar – Barru	Rp. 150.000
Bulukumba – Abdesir	Rp. 250.000
Bulukumba – Gowa	Rp. 225.000

Bulukumba – Maros	Rp. 300.000
Bulukumba – Pangkep	Rp. 350.000
Bulukumba – Barru	Rp. 400.000

Sumber:Ibnas, R. 2017

Data yang sudah ada dimasukkan ke dalam matriks transportasi sehingga terbentuk tabel awal sebagai berikut:

Tabel 2.6 Contoh soal masalah transportasi linear (dalam rupiah)

Dari/Ke	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	Supply
S_1	50	100	150	200	250	3000
S_2	100	50	200	250	300	2200
S_3	500	450	600	700	800	2550
Demand	1000	1250	1500	2000	2000	7750

Sumber:Data diolah, 2020

Tentukan total biaya minimum distribusi !

Langkah 1

Data yang ada di masukkan ke dalam matriks transportasi sehingga terbentuk tabel awal:

Tabel 2.7 Data awal metode transportasi untuk metode russell (dalam rupiah)

Dari/Ke	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	Supply
S_1	50	100	150	200	250	3000
S_2	100	50	200	250	300	2200
S_3	500	450	600	700	800	2550
Demand	1000	1250	1500	2000	2000	7750

Sumber: Data diolah, 2020

Langkah 2

Menghitung nilai negatif setiap baris dan kolom pada Tabel 2.7 yang perlu dilakukan pengalokasian dengan menggunakan rumus

$$\Delta c_{ij} = c_{ij} - u_i - v_j$$

dimana u_i merupakan nilai tertinggi dari setiap baris dengan v_j merupakan nilai tertinggi dari setiap kolom

dimana:

Δc_{ij} : Selisih biaya distribusi

c_{ij} : Biaya distribusi sel pada baris ke- i dan kolom pada baris ke- j .

u_i : Biaya distribusi terbesar baris ke- i

v_j : Biaya distribusi terbesar pada kolom ke- j .

Baris 1

- $\Delta c_{11} = c_{11} - u_1 - v_1 = 50 - 250 - 500 = -700$
- $\Delta c_{12} = c_{12} - u_1 - v_2 = 100 - 250 - 450 = -600$
- $\Delta c_{13} = c_{13} - u_1 - v_3 = 150 - 250 - 600 = -700$
- $\Delta c_{14} = c_{14} - u_1 - v_4 = 200 - 250 - 700 = -750$
- $\Delta c_{15} = c_{15} - u_1 - v_5 = 200 - 250 - 250 = -800$

Baris 2

- $\Delta c_{21} = c_{21} - u_2 - v_1 = 100 - 300 - 500 = -700$
- $\Delta c_{22} = c_{22} - u_2 - v_2 = 50 - 300 - 400 = -700$
- $\Delta c_{23} = c_{23} - u_2 - v_3 = 200 - 300 - 600 = -700$
- $\Delta c_{24} = c_{24} - u_2 - v_4 = 250 - 300 - 700 = -750$
- $\Delta c_{25} = c_{25} - u_2 - v_5 = 300 - 300 - 800 = -800$

Baris 3

- $\Delta c_{31} = c_{31} - u_3 - v_1 = 500 - 800 - 500 = -800$
- $\Delta c_{32} = c_{32} - u_3 - v_2 = 450 - 800 - 450 = -800$
- $\Delta c_{33} = c_{33} - u_3 - v_3 = 600 - 800 - 600 = -800$
- $\Delta c_{34} = c_{34} - u_3 - v_4 = 700 - 800 - 700 = -800$
- $\Delta c_{35} = c_{35} - u_3 - v_5 = 800 - 800 - 800 = -800$

Tabel 2.8 Hasil Perhitungan Negatif (dalam rupiah)

Dari/Ke	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	Supply
S_1	50 -700	100 -600	150 -700	200 -750	250 -800	3000
S_2	100 -700	50 -700	200 -700	250 -750	300 -800	2200
S_3	500 -800	450 -800	600 -800	700 -800	800 -800	2550
Demand	1000	1250	1500	2000	2000	7750

Sumber: Data diolah, 2020

Langkah 3

Kemudian menentukan nilai negatif terbesar secara keseluruhan dan selanjutnya mengalokasikan produk sebanyak mungkin dengan cara membandingkan antara *supply* dan *demand* dan memilih yang paling minimum.

Tabel 2.9 Iterasi 1 alokasi biaya transportasi dengan metode russell

Dari/Ke	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	Supply
S_1	50 -700	100 -600	150 -700	200 -750	250 -800 2000	1000
S_2	100 -700	50 -700	200 -700	250 -750	300 -800	2200
S_3	500 -800	450 -800	600 -800	700 -800	800 -800	2550
Demand	1000	1250	1500	2000	0	

Sumber: Data diolah, 2020

Berdasarkan dari Tabel 2.9, mengalokasikan produk ke setiap cabang dengan cara memilih nilai negatif terbesar, nilai negatif terbesar pertama yaitu terletak pada $S_1 - D_5$ dengan nilai -800. Kemudian membandingkan antara *supply* dan *demand* dan memilih yang paling minimum ($\min(3.000, 2.000)$ yang minimum adalah 2.000). Dengan demikian D_5 sudah terpenuhi.

Pada tabel 2.9, D_5 sudah terpenuhi maka tidak diikuti sertakan lagi dalam pengalokasian selanjutnya. Pengalokasian dapat dilakukan pada tempat yang masih kosong, dan pengalokasian produk dapat dilakukan dengan cara memilih nilai negatif terbesar dan dapat dilihat.

Baris 1

- $\Delta c_{11} = c_{11} - u_1 - v_1 = 50 - 200 - 500 = -650$
- $\Delta c_{12} = c_{12} - u_1 - v_2 = 100 - 200 - 450 = -550$
- $\Delta c_{13} = c_{13} - u_1 - v_3 = 150 - 200 - 600 = -650$
- $\Delta c_{14} = c_{14} - u_1 - v_4 = 200 - 200 - 700 = -650$

Baris 2

- $\Delta c_{21} = c_{21} - u_2 - v_1 = 100 - 250 - 500 = -650$
- $\Delta c_{22} = c_{22} - u_2 - v_2 = 50 - 250 - 400 = -650$
- $\Delta c_{23} = c_{23} - u_2 - v_3 = 200 - 250 - 600 = -650$
- $\Delta c_{24} = c_{24} - u_2 - v_4 = 250 - 250 - 700 = -700$

Baris 3

- $\Delta c_{31} = c_{31} - u_3 - v_1 = 500 - 700 - 500 = -700$
- $\Delta c_{32} = c_{32} - u_3 - v_2 = 450 - 700 - 450 = -700$
- $\Delta c_{33} = c_{33} - u_3 - v_3 = 600 - 700 - 600 = -700$
- $\Delta c_{34} = c_{34} - u_3 - v_4 = 700 - 700 - 700 = -700$

Tabel 2.10 Iterasi 2 Alokasi biaya transportasi dengan metode Russell
(dalam rupiah)

Dari/Ke	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	Supply
S_1	50 -650	100 -550	150 -650	200 -650	250 2000	1000
S_2	100 -650	50 -650	200 -650	250 2000	300 -800	200
S_3	500 -700	450 -700	600 -700	700 -700	800 -800	2550
Demand	1000	1250	1500	0	0	

Sumber: Data diolah, 2020

Berdasarkan dari Tabel 2.10, dapat dipilih nilai negatif terbesar kedua yang $S_2 - D_4$ dengan nilai -700. Kemudian membandingkan antara *supply* dan *demand* dan memilih yang paling minimum ($\min(2.000, 2.200)$ yang minimum adalah 2.000). Dengan demikian D_4 sudah terpenuhi dan S_2 tersisa 200.

Dari Tabel 2.10 tersebut, D_4 sudah terpenuhi maka tidak diikutsertakan lagi dalam pengalokasian selanjutnya. Pengalokasian dapat dilakukan pada yang masih kosong, dan pengalokasian produk dapat dilakukan dengan cara memilih nilai negatif terbesar dan dapat di lihat pada Tabel 2.11 dibawah ini.

Baris 1

- $\Delta c_{11} = c_{11} - u_1 - v_1 = 50 - 150 - 500 = -600$
- $\Delta c_{12} = c_{12} - u_1 - v_2 = 100 - 150 - 450 = -500$
- $\Delta c_{13} = c_{13} - u_1 - v_3 = 150 - 150 - 600 = -600$

Baris 2

- $\Delta c_{21} = c_{21} - u_2 - v_1 = 100 - 200 - 500 = -600$
- $\Delta c_{22} = c_{22} - u_2 - v_2 = 50 - 200 - 450 = -600$
- $\Delta c_{23} = c_{23} - u_2 - v_3 = 200 - 200 - 600 = -600$

Baris 3

- $\Delta c_{31} = c_{31} - u_3 - v_1 = 500 - 600 - 500 = -600$
- $\Delta c_{32} = c_{32} - u_3 - v_2 = 450 - 600 - 450 = -600$
- $\Delta c_{33} = c_{33} - u_3 - v_3 = 600 - 600 - 600 = -600$

Tabel 2.11 Iterasi 3 alokasi biaya transportasi dengan metode Russell
(dalam rupiah)

Dari/Ke	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	Supply
S_1	50 -600	100 -500	150 1000	200 -750	250 2000	0
S_2	100 -600	50 -600	200 -600	250 2000	300 -800	200
S_3	500 -600	450 -600	600	700 -800	800 -800	2550
Demand	1000	1250	500	0	0	

Sumber: Data diolah, 2020

Berdasarkan dari Tabel 2.11, dapat memilih nilai negatif terbesar ketiga yaitu terletak pada $S_3 - D_3$. Kemudian membandingkan antara *supply* dan *demand* dan memilih yang paling minimum (min (2.550, 1.000) yang minimum adalah 1.000). Dengan demikian S_1 sudah terpenuhi dan D_3 tersisa 500.

Baris 1

- $\Delta c_{11} = c_{11} - u_1 - v_1 = 50 - 150 - 500 = -600$
- $\Delta c_{12} = c_{12} - u_1 - v_2 = 100 - 150 - 450 = -500$
- $\Delta c_{13} = c_{13} - u_1 - v_3 = 150 - 150 - 600 = -600$

Baris 2

- $\Delta c_{21} = c_{21} - u_2 - v_1 = 100 - 200 - 500 = -600$
- $\Delta c_{22} = c_{22} - u_2 - v_2 = 50 - 200 - 450 = -600$
- $\Delta c_{23} = c_{23} - u_2 - v_3 = 200 - 200 - 600 = -600$

Baris 3

- $\Delta c_{31} = c_{31} - u_3 - v_1 = 500 - 600 - 500 = -600$
- $\Delta c_{32} = c_{32} - u_3 - v_2 = 450 - 600 - 450 = -600$
- $\Delta c_{33} = c_{33} - u_3 - v_3 = 600 - 600 - 600 = -600$

Tabel 2.12 Iterasi 4 alokasi biaya transportasi dengan metode Russell
(dalam rupiah)

Dari/Ke	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	Supply
S_1	50	100	150	50	250	0
S_2	100	50	200	250	300	0
S_3	500	450	600	700	800	2550
Demand	1000	1250	300	0	0	

Sumber: Data diolah, 2020

Berdasarkan dari Tabel 2.12, dapat memilih nilai negatif terbesar ke empat yaitu terletak pada $S_2 - D_3$ dengan nilai -600. Kemudian membandingkan antara sisa *supply* dan *demand* dan memilih yang paling minimum (min (200, 500) yang minimum adalah 200). Dengan demikian S_2 sudah terpenuhi dan D_3 tersisa 300. Selanjutnya melakukan pengalokasian selanjutnya yang belum terpenuhi.

Baris 2

- $\Delta c_{21} = c_{21} - u_2 - v_1 = 100 - 200 - 500 = -600$
- $\Delta c_{22} = c_{22} - u_2 - v_2 = 50 - 200 - 450 = -600$
- $\Delta c_{23} = c_{23} - u_2 - v_3 = 200 - 200 - 600 = -600$

Baris 3

- $\Delta c_{31} = c_{31} - u_3 - v_1 = 500 - 600 - 500 = -600$
- $\Delta c_{32} = c_{32} - u_3 - v_2 = 450 - 600 - 450 = -600$
- $\Delta c_{33} = c_{33} - u_3 - v_3 = 600 - 600 - 600 = -600$

Tabel 2.13 Iterasi 5 alokasi biaya transportasi dengan metode Russell
(dalam rupiah)

Dari/Ke	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	Supply
S_1	50	100	150	50	250	0
S_2	100	50	200	250	300	0
S_3	500	450	600	700	800	1750
Demand	0	1250	300	0	0	

Sumber: Data diolah, 2020

Berdasarkan dari Tabel 2.13, dapat memilih nilai negatif terbesar kelima tetapi terdapat beberapa nilai negatif yang sama dan memilih salah satu diantara yaitu yang dipilih terletak pada baris ketiga dan kolom pertama yaitu $S_3 - D_1$ dengan nilai -600. Kemudian membandingkan antara *supply* dan *demand* dan memilih yang paling minimum (min (1.000, 2.250) yang paling minimum yaitu 1.000). Dengan demikian pada D_1 sudah terpenuhi dan S_3 tersisa 1.750.

Baris 2

- $\Delta c_{22} = c_{22} - u_2 - v_2 = 50 - 200 - 450 = -600$
- $\Delta c_{23} = c_{23} - u_2 - v_3 = 200 - 200 - 600 = -600$

Baris 3

- $\Delta c_{32} = c_{32} - u_3 - v_2 = 450 - 600 - 450 = -600$
- $\Delta c_{33} = c_{33} - u_3 - v_3 = 600 - 600 - 600 = -600$

Tabel 2.14 Iterasi 6 alokasi biaya transportasi dengan metode Russell
(dalam rupiah)

Dari/Ke	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	Supply
S_1	50	100	150	50	250	0
S_2	100	50	200	250	300	0
S_3	500	450	600	700	800	500
Demand	0	0	300	0	0	

Sumber: Data diolah, 2020

Berdasarkan dari Tabel 2.14, dapat memilih nilai negatif terbesar keenam yang terletak pada $S_3 - D_2$. Kemudian membandingkan antara *supply* dan *demand* dan memilih paling minimum (min (1.250, 1.750) yang minimum yaitu 1.250). Dengan demikian D_2 sudah terpenuhi, selanjutnya melakukan pengalokasian yang belum terpenuhi.

Baris 3

- $\Delta c_{32} = c_{32} - u_3 - v_2 = 450 - 600 - 450 = -600$
- $\Delta c_{33} = c_{33} - u_3 - v_3 = 600 - 600 - 600 = -600$

Tabel 2.15 Iterasi 7 alokasi biaya transportasi dengan metode Russell
(dalam rupiah)

Dari/Ke	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	Supply
S_1	50	100	150	50	250	0
S_2	100	50	200	250	300	0
S_3	500	450	600	700	800	0
Demand	0	0	0	0	0	

Sumber: Data diolah, 2020

Berdasarkan dari Tabel 2.15, dapat memilih nilai negatif terbesar ketujuh yang terletak pada $S_3 - D_3$ dengan nilai -600 . *Supply* yang tersisa yaitu 300.

Langkah 4

Pengalokasian produk sudah terisi penuh maka langkah selanjutnya menghitung total biaya minimum distribusi pengiriman produk dengan cara menjumlahkan dari hasil perkalian antara unit barang dengan biaya transportasi/unit barang.

Tabel 2.16 Hasil akhir penentuan solusi awal dengan metode rusell (dalam rupiah)

Dari/Ke	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	Supply
S_1	50	100	150	50	250	0
S_2	100	50	200	250	300	0
S_3	500	450	600	700	800	0
Demand	0	0	0	0	0	

Sumber: Data diolah, 2020

Adapun perhitungan biaya pendistribusian dari Tabel 2.15 sebagai berikut:

1. Biaya pengiriman dari $S_1 - D_3 = 1000 \times \text{Rp } 150 = 150.000$.
2. Biaya pengiriman dari $S_1 - D_5 = 2000 \times \text{Rp } 250 = 500.000$.
3. Biaya pengiriman dari $S_2 - D_3 = 200 \times \text{Rp } 200 = 40.000$.
4. Biaya pengiriman dari $S_2 - D_4 = 2000 \times \text{Rp } 250 = 500.000$.
5. Biaya pengiriman dari $S_3 - D_1 = 1000 \times \text{Rp } 500 = 500.000$.
6. Biaya pengiriman dari $S_3 - D_2 = 1250 \times \text{Rp } 450 = 562.500$
7. Biaya pengiriman dari $S_3 - D_3 = 300 \times \text{Rp } 600 = 180.000$

Jadi, total biaya transportasi untuk mendistribusikan produk dari suatu gudang ke suatu cabang yang diperoleh dengan menggunakan metode Russel adalah:

$$Z = \text{Rp}150.000 + \text{Rp}500.000 + \text{Rp}40.000 + \text{Rp}500.000 + \text{Rp } 500.000 \\ + \text{Rp } 562.500 + 180.000$$

$$Z = \text{Rp}2.432.500$$

2.5 Metode Biaya Terendah (*Least Cost Method*)

Metode biaya terendah atau *Least Cost* berusaha mencapai tujuan minimalisasi biaya dengan alokasi sistematis kepada kotak-kotak sesuai dengan besarnya biaya transportasi per unit. (Rangkuti, A. 2013).

Adapun prosedur metode ini adalah:

- Pilih variabel x_{ij} (kotak) dengan biaya transpor (c_{ij}) terkecil dengan alokasikan sebanyak mungkin. Untuk c_{ij} terkecil, $x_{ij} = \min[a_i, b_j]$. Ini akan menghabiskan baris i atau kolom j .
- Dari kotak-kotak sisanya yang layak (yaitu yang tidak terisi atau tidak dihilangkan) pilih nilai c_{ij} terkecil dan alokasikan sebanyak mungkin.
- Lanjutkan proses ini sampai semua penawaran dan permintaan terpenuhi. Apabila telah diperoleh sebuah solusi fisibel awal atau *feasible solution*, maka tahap berikutnya adalah menguji apakah jawaban tersebut sudah optimal.

Dengan menggunakan Metode Biaya Terendah, masalah transportasi pada PT. Gardenia seperti pada Tabel 2.6 dapat diselesaikan dengan tahap sebagai berikut:

Tabel 2.17 Tabel awal transportasi

Dari/Ke	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	Supply
S_1	50	100	150	200	250	3000
S_2	100	50	200	250	300	2200
S_3	500	450	600	700	800	2550
Demand	1000	1250	1500	2000	2000	7750

Sumber: Data diolah, 2020

Adapun langkah-langkah penyelesaian dalam metode least cost sebagai berikut:

Langkah 1

Pada penyelesaian pertama menyarankan alokasi pada x_{11} , karena $c_{11} = 50$ adalah cell dengabiaya minimum. Penawaran dan permintaan yang bersangkutan memberikan $x_{11} = 1.000$, sehingga D_1 sudah terpenuhi dan baris S_1 tersisa 2.000.

Tabel 2.18 Hasil penyelesaian langkah 1 (dalam rupiah)

Dari/Ke	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	Supply
S_1	50 1000	100	150	200	250	2000
S_2	100	50	200	250	300	2200
S_3	500	450	600	700	800	2550
Demand	0	1250	1500	2000	2000	

Sumber: Data diolah, 2020

Langkah 2

Pada penyelesaian kedua menyarankan alokasi x_{22} , karena $x_{22} = 50$ adalah sel dengan biaya minimum kedua. Penawaran dan permintaan yang bersangkutan memberikan $x_{22} = 1.250$, sehingga kolom D_2 habis dan baris S_2 tersisa 950.

Tabel 2.19 Hasil penyelesaian langkah 2 (dalam rupiah)

Dari/Ke	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	Supply
S_1	50 1000	100	150	200	250	2000
S_2	100	50 1250	200	250	300	950
S_3	500	450	600	700	800	2550
Demand	0	0	1500	2000	2000	

Sumber: Data diolah, 2020

Langkah 3

Pada penyelesaian ketiga menyarankan alokasi x_{13} , karena $x_{13} = 150$ adalah sel dengan biaya minimum. Penawaran dan permintaan yang bersangkutan memberikan $x_{13} = 1.500$, sehingga kolom D_3 habis dan baris s_1 tersisa 500.

Tabel 2.20 Hasil penyelesaian langkah 3 (dalam rupiah)

Dari/Ke	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	Supply
S_1	50 1000	100	150 1500	200	250	500
S_2	100	50 1250	200	250	300	950
S_3	500	450	600	700	800	2550
Demand	0	0	0	2000	2000	

Sumber: Data diolah, 2020

Langkah 4

Pada penyelesaian keempat seperti pada langkah sebelumnya yaitu dengan alokasi C_{14} , dengan $C_{14} = 200$ adalah sel dengan biaya minimum. Penawaran dan permintaan yang bersangkutan memberikan $x_{14} = 500$ sehingga baris S_1 habis dan kolom D_4 tersisa 1.500.

Tabel 2.21 Hasil penyelesaian langkah 4

Dari/Ke	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	Supply
S_1	50 1000	100	150 1500	200 500	250	0
S_2	100	50 1250	200	250	300	950
S_3	500	450	600	700	800	2550
Demand	0	0	0	1500	2000	

Sumber: Data diolah, 2020

Langkah 5

Seperti pada penyelesaian sebelumnya, yaitu dengan mengalokasikan x_{24} , dengan $x_{24} = 250$ adalah sel dengan biaya minimum. Selanjutnya dengan penawaran yang bersangkutan memberikan $x_{24} = 950$, sehingga baris S_2 habis, kemudian pada kolom D_4 tersisa 550.

Tabel 2.22 Hasil penyelesaian langkah 5 (dalam rupiah)

Dari/Ke	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	Supply
S_1	50 1000	100	150 1500	200 500	250	0
S_2	100	50 1250	200	250 950	300	0
S_3	500	450	600	700	800	2550
Demand	0	0	0	550	2000	

Sumber: Data diolah, 2020

Langkah 6

Selanjutnya dengan mengalokasikan x_{34} , dengan $x_{34} = 700$ adalah sel dengan biaya minimum. Dengan penawaran dan permintaan memberikan $x_{34} = 550$ sehingga kolom D_4 habis sudah terpenuhi permintaan. Selanjutnya pada baris S_3 tersisa 2.000.

Tabel 2.23 Hasil penyelesaian langkah 6 (dalam rupiah)

Dari/Ke	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	Supply
S_1	50 1000	100	150 1500	200 500	250	0
S_2	100	50 1250	200	250 950	300	0
S_3	500	450	600	700 550	800	2000
Demand	0	0	0	0	2000	

Sumber: Data diolah, 2020

Langkah 7

Seperti pada langkah sebelumnya diatas tersisa satu sel yang belum terpenuhi, dengan mengalokasikan x_{35} dengan $x_{35} = 800$ adalah sel dengan biaya minimum yang terakhir. Dengan penawaran dan permintaan memberikan $x_{35} = 2.000$ sehingga penawaran dan permintaan pada baris S_3 dan kolom D_5 sudah terpenuhi.

Tabel 2.24 Hasil penyelesaian langkah 7 (dalam rupiah)

Dari/Ke	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	Supply
S_1	50 1000	100	150 1500	200 500	250	0
S_2	100	50 1250	200	250 950	300	0
S_3	500	450	600	700 550	800 2000	0
Demand	0	0	0	0	0	

Sumber: Data diolah, 2020

Pengalokasian sudah terisi penuh maka langkah selanjutnya menghitung total biaya minimum distribusi pengiriman dengan cara menjumlahkan dari hasil perkalian penyediaan dan permintaan.

Tabel 2.25 Hasil akhir penentuan solusi metode least cost (dalam rupiah)

Dari/Ke	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	Supply
S_1	50 1000	100	150 1500	200 500	250	3000
S_2	100	50 1250	200	250 950	300	2200
S_3	500	450	600	700 550	800 2000	2550
Demand	1000	1250	1500	2000	2000	

Sumber: Data diolah, 2020

Dengan demikian biaya total untuk pemecahan masalah ini adalah:

$$Z = x_{11}c_{11} + x_{13}c_{13} + x_{14}c_{14} + x_{22}c_{22} + x_{24}c_{24} + x_{34}c_{34} + x_{35}c_{35}$$

$$Z = (1000 \times \text{Rp } 50) + (1500 \times \text{Rp } 150) + (500 \times \text{Rp } 200) + (1250 \times \text{Rp } 50) \\ + (950 \times \text{Rp } 250) + (550 \times \text{Rp } 700) + (2000 \times \text{Rp } 800)$$

$$Z = 50.000 + 225.000 + 100.000 + 62.500 + 237.500 + 385.000 \\ + 1.600.000$$

$$Z = 2.660.000$$