

OPTIMALIZATION OF UNDERCARRIAGE PARTS DISTRIBUTION
USING LINEAR PROGRAMMING FROM THE PRINCIPAL TO
PT UNITED TRACTORS BANJARMASIN BRANCH

By:
EKO RIZQIANTO ROMADLON
12007034

BACHELOR'S DEGREE
in
INDUSTRIAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING AND INFORMATION TECHNOLOGY



SWISS GERMAN UNIVERSITY
The Prominence Tower
Jalan Jalur Sutera Barat No. 15, Alam Sutera
Tangerang, Banten 15143 - Indonesia

June 2022

STATEMENT BY THE AUTHOR

I hereby declare that this submission is my own work and to the best of my knowledge, it contains no material previously published or written by another person, nor material which to a substantial extent has been accepted for the award of any other degree or diploma at any educational institution, except where due acknowledgement is made in the thesis.

[Eko Rizqianto Romadlon]

Student

Date

Approved by:

[Ivan Kurniawan, S.T., B.Eng., MBA]

Thesis Advisor

Date

[Dr. Ir. Gembong Baskoro, M.sc]

Thesis Co-Advisor

Date

[Dr. Maulahikmah Galnium, S.Kom, M.Sc]

Dean

Date

Eko Rizqianto Romadlon

ABSTRACT

OPTIMALIZATION OF UNDERCARRIAGE PARTS DISTRIBUTION USING LINEAR PROGRAMMING FROM THE PRINCIPAL TO PT UNITED TRACTORS BANJARMASIN BRANCH

By

Eko Rizqianto Romadlon
Ivan Kurniawan, S.T., B.Eng., MBA, Advisor
Setijo Awibowo, MM, Co-Advisor

Swiss German University

Part undercarriage is a product that has a very large impact on sales achievement in each representative branch of PT. United Tractors. However, the long lead time supply from suppliers has an impact on lost customer demand for undercarriage products, and the product image will be bad because it is not available for support units. Distribution of undercarriage parts requires an optimal route to minimize lead time and distribution costs. The distribution problem can be solved by using Linear Programming, which is a problem solving technique that aims to maximize or minimize something that is limited by certain constraints. In addition, the nearest neighbor and sequential insertion methods will be used to determine the optimal route.

Using the nearest neighbor and sequential insertion methods, one route can be obtained that can be used for the distribution process. While using the linear programming method obtained three routes. Comparison of the distribution costs of the nearest neighbor, sequential insertin and linear programming methods are 14.62%, 14.69% and 2.24%. While the comparison of lead times is 17, 17 and 14 working days.

Keywords: Linear Programming, Nearest Neighbor, Sequential Insertion, Distribusi Part Underarriage

ABSTRACT

OPTIMALIZATION OF UNDERCARRIAGE PARTS DISTRIBUTION USING LINEAR PROGRAMMING FROM THE PRINCIPAL TO PT UNITED TRACTORS BANJARMASIN BRANCH

By

Eko Rizqianto Romadlon
Ivan Kurniawan, S.T., B.Eng., MBA, Advisor
Setijo Awibowo, MM, Co-Advisor

Swiss German University

Part undercarriage merupakan produk yang berdampak sangat besar terhadap pencapaian *sales* di setiap cabang perwakilan PT. United Tractors. Akan tetapi, *lead time supply* dari *supplier* yang cukup lama berdampak pada *lost demand customer* terhadap produk *undercarriage*, serta *product image* akan jelek dikarenakan tidak tersedia untuk *supports unit*. Distribusi *part undercarriage* memerlukan rute yang optimal untuk meminimalkan *lead time* dan biaya distribusi. Permasalahan distribusi tersebut dapat diselesaikan dengan menggunakan *Linear Programming*, yang merupakan teknik pemecahan masalah yang bertujuan untuk memaksimalkan atau meminimalkan sesuatu yang dibatasi oleh batasan tertentu. Selain itu, akan digunakan metode *nearest neighbor* dan *sequential insertion* untuk menentukan rute optimal. Menggunakan metode *nearest neighbor* dan *sequential insertion* diperoleh satu rute yang dapat digunakan untuk proses distribusi. Sedangkan menggunakan metode *linear programming* diperoleh tiga rute. Perbandingan biaya distribusi metode *nearest neighbor*, *sequential insertin* dan *linear programming* adalah 14,62%, 14,69% dan 2,24%. Sedangkan perbandingan *lead time* adalah 17, 17 dan 14 hari kerja.

Keywords: Linear Programming, Nearest Neighbor, Sequential Insertion, Distribusi Part Underarriage

© Copyright 2022

oleh Eko Rizqianto Romadlon

Hak cipta dilindungi

LEMBAR PERSEMBAHAN

Tesis ini saya dedikasikan untuk :

1. Kedua Orang Tua (Ibu Prihati, Bp Slamet)
2. Istri tercinta (Jumiati)
3. Anak ku Tersayang (Aghnia)
4. Adiku (Siti Supri Astutik)
5. Gengs SGU Banjarmasin (Bp Andi, Bp. Hary, Bp Edi, Bang Sarlin)
6. PT. United Tarctors cabang Banjarmasin

PENGHARGAAN

Sebelumnya saya mengucapkan terima kasih kepada Tuhan YME yang telah memberi kemudahan dan kelancaran di dalam mengerjakan tesis ini sehingga dapat terselesaikan tepat waktu. Tidak lupa kepada istri tercinta Jumiati dan anak saya Aghnia Amalia Ramadhania yang selalu memberi semangat dan dukungan dalam proses pengerjaan tesis agar bisa selesai. Terima kasih juga saya ucapkan kepada bapak-bapak dosen pembimbing Bapak Ivan Kurniawan S.T., B.Eng., MBA, Dr. Ir. Gembong Baskoro, M.sc yang telah memberikan arahan dan masukan dalam proses pengerjaan, serta tak henti-hentinya bapak dosen pembimbing selalu mengingatkan untuk proses pengerjaan tesis agar selesai sesuai dengan waktu yang sudah di tentukan. Terima kasih juga saya ucapkan kepada rekan-rekan UT Banjarmasin dan Bina Pertiwi yang telah memberikan kontribusi bagi saya dalam menyelesaikan tesis ini.

Banyak sekali ilmu yang saya dapatkan dalam perkuliahan ini, sehingga saya dapat mengeksploitasi ide-ide saya dalam menghadapi setiap masalah di dalam pekerjaan maupun di luar pekerjaan. Metode perkuliahan yang di sampaikan juga sangat mudah di mengerti. Semoga ilmu yang saya dapatkan di dalam perkuliahan ini dapat membantu saya dalam mendukung pekerjaan maupun karier saya di PT United Tractors.

DAFTAR ISI

	Hal
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK.....	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
PENGHARGAAN	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB 1 – PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	12
1.2 Rumusan Masalah Penelitian.....	13
1.3 Tujuan Penelitian	13
1.4 Manfaat Penelitian	14
1.5 Pertanyaan Penelitian.....	14
1.6 Struktur Organisasi Thesis	14
BAB 2 - KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terdahulu	16
2.2 Optimalisasi	18
2.3 Transportasi.....	19
2.4 Distribusi.....	22
2.5 Programing Linear	22
2.6 Network Planning (Jaringan Kerja).....	27
2.7 Vehicle Routing Problem (VRP).....	28
2.8 Saving Matrix	28

BAB 3 - METODE PENELITIAN	
3.1 Batasn Penelitian.....	31
3.2 Alokasi Waktu Penelitian.....	31
3.3 Kerangka Penelitian.....	31
3.4 Populasi dan Metode Pengumpulan Sampel.....	32
3.5 Sumber Data dan Prosedur Pengumpulan Data.....	33
3.6 Metode Analisa	33
3.7 Struktur Diagram Network Planning	34
3.8 Metode VRP	34
3.9 Nearest Neighbour	34
3.10 Algoritma Sequential Insertion.....	35
BAB 4 - PAPARAN DATA DAN DISKUSI	
4.1 Evaluasi Awal.....	37
4.2 Pengolahan Data	41
4.3 Perbandingan Biaya, Jarak dan Lead Time.....	64
BAB 5 - KESIMPULAN DAN SARAN.....	
5.1 Kesimpulan	66
5.2 Saran	66
GLOSARIUM.....	67
DAFTAR PUSTAKA.....	68
CURRICULUM VITAE	70

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1 Kerangka Konseptual.....	26
Gambar 2.2 Anak Panah	27
Gambar 2.3 Linkaran	27
Gambar 2.4 Anak Panah Tebal.....	27
Gambar 3.1 Flow Chart Proses Penelitian	32
Gambar 3.2 Penyisipan Pelanggan	35
Gambar 4.1 Model Struktur Rute Existing	42
Gambar 4.2 Rute Pendistribusian Dengan Metode Nearest Neighbour	54

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 Tabel perbandingan penelitian	17
Tabel 4.1 Data Lokasi Pengiriman.....	38
Tabel 4.2 Data Jumlah Pengiriman Parts Undercarriage	39
Tabel 4.3 Biaya Distribusi Parts Undercarriage.....	40
Tabel 4.4 Rute dan Lama Pengiriman Parts Undercarriage	41
Tabel 4.5 Matriks Data Jarak	43
Tabel 4.6 Data Jumlah Moda Transportasi	47
Tabel 4.7 Biaya Pengiriman Parts Undercarriage Mode Existing	48
Tabel 4.8 Perhitungan Matrix Penghematan.....	50
Tabel 4.9 Matrix Jarak 1	56
Tabel 4.10 Matrix Jarak 2	56
Tabel 4.11 Matrix Jarak 3.....	57
Tabel 4.12 Matrix Jarak 4	57
Tabel 4.13 Matrix Jarak 5	58
Tabel 4.14 Matrix Jarak 6	58
Tabel 4.15 Matrix Jarak 7	59
Tabel 4.16 Matrix Jarak 8	59
Tabel 4.17 Perhitungan Biaya Pengiriman Nearest Neighbour.....	61
Tabel 4.18 Perhitungan biaya pengiriman Metode Sequential Insertion	62
Tabel 4.19 Perhitungan rute pempdistribusian Metode Linier.....	63

BAB 1 – PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT United Tractors didirikan di Indonesia pada 13 Oktober 1972 yang induk usahanya berasal dari PT Astra International Tbk. PT United Tractors bergerak di berbagai sektor dan industri di antaranya mesin kontruksi, kontraktor, penambangan, pertambangan, industri kontruksi dan energi. Untuk bidang alat berat (mesin kontruksi) PT united Tractors Tbk menawarkan beberapa produk dengan merek sebagai berikut: Komatsu, Scania, Bomag, Tadano dan UD Truck.

Pada tahun 2020 PT United Tractors memiliki 183 titik layanan yang tersebar di seluruh Indonesia, antara lain 20 kantor cabang, 39 site supports dan 25 kantor perwakilan. Semua itu dilakukan dengan tujuan untuk mempermudah jaringan distribusi dalam mensupport pelanggan atas produk yang di agensi oleh PT United Tractors.

Cabang Banjarmasin merupakan salah satu cabang terbesar PT United Tractors yang ada di Kalimantan Selatan dengan bisnis utamanya adalah penjualan unit dan *product supports* (penjualan parts dan jasa). Semenjak adanya pandemic Covid 19 pencapaian *revenue* perusahaan mengalami penurunan, banyak faktor yang mempengaruhi mulai internal maupun eksternal. Apabila di lihat dari sisi eksternal lebih ke kondisi *financial customer* karena terkena dampak dari pandemic Covid 19. Dari sisi internal perusahaan lebih ke ketersediaan parts baik parts general, *Overhaul* maupun parts *undercarriage*. Fenomena ini terjadi hamper di seluruh cabang PT United Tractors, tak terkecuali dengan cabang banjarmasin. Untuk case parts Undercarriage ini masih menjadi topik hangat di karenakan secara *lead time* supply dari principal memerlukan waktu lebih lama dibandingkan dengan parts lain nya. Hal ini di karenakan proses suplai parts *undercarriage* baru akan di suplai kurang lebih tiga bulan dari PO terbit, belum lagi mengenai

regulasi proses pengiriman. Untuk saat ini proses pengiriman barang dari principal di pusatkan ke balikpapan kemudian di teruskan ke cabang banjarmasin. Setelah barang sampai di Banjarmasin kemudian barang bisa di utilisasikan ke cabang-cabang undercover Banjarmasin seperti ke Rantau, Sampit, Sungai Danau, dan Batulicin.

Saat ini barang *undercarriage* menjadi konsen di karenakan secara total jumlah cukup tinggi yang berdampak sangat besar terhadap pencapaian sales di setiap cabang perwakilan PT United Tractors. Melihat kondisi yang sekarang dengan *lead time supply* dari supplier yang cukup lama di tambah dengan *lead time* pengiriman barang tersebut sampai di cabang Banjarmasin. Dengan kondisi seperti ini berdampak pada *lost demand customer* terhadap produk *undercarriage* serta *product image* atas unit tersebut akan jelek di karenakan barang tidak tersedia untuk supports unit. Hal ini menjadikan pemicu penulis untuk mencari jalur distribusi yang maksimal tanpa mengabaikan biaya distribusi itu sendiri, dengan harapan bisa memotong *lead time* dan *cost* yang terbuang sia-sia.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan penjelasan di atas pokok permasalahan yang ada dalam penelitian adalah bagaimana cara mengoptimalisasi proses distribusi *parts undercarriage* dari principal ke cabang Banjarmasin dengan tepat dan cepat sehingga tidak ada lagi *lost demand* di *point supports* area Kalimantan selatan khususnya PT United Tractors cabang Banjarmasin.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mencari jalur distribusi yang tepat dan cepat sehingga tidak ada lagi complain customer mengenai ketersediaan parts undercarriage di PT. United Tractors Cabang Banjarmasin dengan :

- Untuk mengetahui alokasi jalur distribusi optimal *parts undercarriage* dari principal ke PT United Tractors Cabang Banjarmasin.

-
- Untuk mengetahui selisih biaya yang timbul antara jalur yang sudah berjalan saat ini dengan perhitungan pengiriman optimal yang akan kita lakukan.

1.4 Manfaat Penelitian

Dalam penelitian ini yang di dapatkan antara lain sebagai berikut :

1. Mengetahui jalur distribusi yang optimal sehingga dapat memperoleh keuntungan yang lebih maksimal.
2. Sebagai salah satu alternative pertimbangan di dalam mengambil keputusan dari perusahaan di dalam pengambilan jalur distribusi.
3. Penulis dapat mengetahui bagaimana perusahaan membuat kebijakan.

1.5 Pertanyaan Penelitian

Berikut merupakan pertanyaan yang harus diselesaikan oleh penulis berdasarkan topik yang diangkat :

- Pertanyaan #1: Bagaimana jalur distribusi yang tepat, cepat dan optimal dari principal ke PT United Tarctors Banjarmasin.
- Pertanyaan #2: Berapa selisih biaya yang timbul jika dilakukan pengiriman cepat, tepat dan optimal.

1.6 Struktur Organisasi

Struktur organisasi thesis berisikan mengenai keseluruhan isi dari thesis yang sudah penulis rangkum beserta dengan urutan dan pembahasan yang sudah di tentukan sebelumnya. Strutur dalam pembuatan thesis ini dilakukan secara sistematis dan berurutan harapan nya mudah untuk di pahami oleh para pembaca. Dalam thesis ini penulis membagi tahapan menjadi 5 Bab yang di setiap babnya terdiri dari dari sub bab yang saling relevan.

Bab I berisikan mengenai gambaran umum penelitian yang di dalam nya tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, pertanyaan yang muncul dalam penelitian serta strustur

ororganisasi penelitian. Hal ini bertujuan untuk memeberitahukan kepada pembaca mengenai masalah apa yang akan di angkat dalam penelitian ini.

Bab 2 berisikan mengenai landasan teori bertujuan untuk memecahkan masalah pada permasalahan saat ini. Teori yang akan di gunakan adalah Liniear Proqraming, Transportasi, Optimalisasi, *vehicle routing problem*, *saving matrix*. Selain itu di dalam bab ini kita memaparkan penelitian-penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya yang relevan dengan penelitian yang akan kita lakukan sekarang.

Bab 3 berisikan mengenai komponen dan sub komponen setiap metode yang akan kita gunakan. Hal ini bertujuan untuk memepermudah peneliti dalam melakukan ke tahap selanjutnta. Dalam bab ini berisikan batasn penelitian, alokasi waktu penelitian, proses dan kerangka penelitian, populasi dan metode pengumpulan sampel, sumber data dan prosedur pengumpulan data, struktur diagram network planning, metode *VRP*, *nearest neighbour*, dan *algoritma sequential insertion*.

Bab 4 lebih mengenai proses yang di lakukan dalam penelitian, mulai dari proses pengerjaan, perhitungan hingga hasil yang di dapat. Pada hasil yang di dapat akan terlihat perbandingan setiap metode yang akan di gunkan, sehingga peneliti bisa menyimpulkan solusi mana yang terbaik atas permasalahan yang di hadapi sekarang dan harapan nya permasalahan yang terjadi bisa selesai.

Bab 5 berisi mengenai kesimpulan dari penelitian yang telah kita lakukan. Dengan adanya kesimpulan tersebut di harapkan permasalahan bisa teratasi dan hasil dari penelitian bisa di terapkan. Penulis juga memberikan saran terbaik dari penelitian yang sudah di lakukan kepada para pembaca.

BAB 2 - KAJIAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penulis memaparkan contoh penelitian yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya, hal ini bertujuan untuk mempermudah penulis untuk mencari kerangka permasalahan yang ada. Berikut ini penelitian terdahulu yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini.

1. Guslan dan Ariestasari (2015) melakukan penelitian terkait dengan rute pendistribusian *part supplier outhouse* di PT Sugity Creatives. Menurut Guslan dan Ariestasari permasalahan yang dihadapi PT Sugity Creatives adalah penentuan rute pendistribusian karena masih menggunakan metode sederhana dan *lead time* distribusi yang mengakibatkan rendahnya kuantitas di area *receiving outhouse*. Dengan sedikitnya area proses *receiving* dapat menghambat dalam proses penerimaan yang berakibat tersendatnya proses *receiving*, proses *cycle order* yang terganggu, dan sering terjadi penumpukan dikarenakan adanya benturan barang kedatangan pada saat dilakukan proses bongkar muat antara *supplier outhouse*. Metode *saving matrix* digunakan dalam penelitian ini untuk meminimalisir jarak tempuh, *lead time* dan biaya yang timbul dengan mempertimbangkan kendala yang ada. Metode *Nearest Insert*, *Nearest Neighbor*, dan *Sweep* juga digunakan untuk menentukan rute pendistribusian. Penelitian ini menghasilkan perubahan rute distribusi yang didapatkan dua rute optimal yaitu pertama adalah PT Sugity Creatives ke YAUP ke TTEC ke TENMA kemudian kembali lagi ke PT Sugity Creatives dengan jarak yang ditempuh 8.5 KM, rute selanjutnya adalah PT Sugity Creatives ke NAGAI ke SMI ke EATI kemudian kembali ke PT Sugity Creatives dengan jarak 42 KM. Sedangkan dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan penghematan biaya distribusi sebesar Rp 955.690,5.
2. Supardi dan Sianturi (2020) melakukan penelitian rute distribusi premium di depot SPBU Bandung. Masalah yang dihadapi SPBU tersebut adalah daya tarik premium tidak diimbangi dengan aksesibilitas jumlah kendaraan dan batas truk tangki yang memuaskan, rencana

sosialisasi yang selalu bertentangan, dan tidak adanya administrasi alat angkut. Dalam tinjauan ini, jaminan strategi penghematan jaringan sangat berharga untuk menangani masalah transportasi dan diseminasi. Berdasarkan perhitungan yang menggunakan strategi saving grid, didapat bahwa hasil angkut yang luar biasa dapat diberikan sebanyak 7 dari tiga fase pengangkutan, sehingga setiap siphon bendin tidak memerlukan suplai bahan bakar. Biaya transportasi yang ditimbulkan juga berkurang dari Rp 1.127.392 menjadi Rp 861.733. Dalam alokasi sirkulasi premium, yang pada awalnya menggunakan 6 truk pengangkut besar, memiliki opsi untuk dipangkas menjadi 4 truk pengangkut besar.

3. Riana Maya, dkk (2020) melakukan penelitian sejenis, yaitu penataan perampangan dispersi item valex folifix di PT. Valensi Cahaya Persada. PT. Valensi Cahaya Persada adalah organisasi *assembling* yang memproduksi kap lampu listrik dengan merk Valex Volifik. Masalah yang dilihat oleh organisasi adalah tidak ada porsi dan jalur yang ideal dalam menyampaikan barang-barangnya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Linear Programming* dan *Nearest Neighbour* menggunakan program Lingo. Berdasarkan hasil penelitian, alokasi yang didapatkan menggunakan *Linear Programming* adalah motor mengirim ke 6 lokasi, yaitu toko 3, toko 6, toko 7, toko 8, toko 9, toko 10, dan mobil mengirim ke 7 lokasi, yaitu toko 1, toko 2, toko 4, toko 5, toko 9, toko 11, toko 12, dengan total biaya Rp. 399.950,-. Sedangkan hasil penelitian menggunakan metode *Nearest Neighbour* dilakukan perbaikan rute dari asumsi awal menggunakan *linear Programming* didapatkan penghematan biaya sebesar Rp. 164.809,-

Perbandingan dari penelitian-penelitian sejenis dapat dilihat pada tabel

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian

PENELITI	Guslan dan Ariestasari	Supardi dan Sianturi	Riana Maya, dkk
METODE	<i>Saving Matrix, Insert International Drive, Nearest Neighbour, Biaya Operasional Kendaraan</i>	<i>Saving Matrix</i>	<i>Linear Programming, Nearest Neighbour</i>
OBJEK	PT. Sugity Creatives	PT. Depot Pertamina	PT. Valensi Cahaya

		Bandung	Persada
MASALAH	Metode pendistribusian yang masih sederhana dan tidak efektif dalam jadwal ketepatan waktu pendistribusian yang diakibatkan dari minimnya kuantitas pada area <i>receiving outhouse</i> .	Permintaan premium tidak diimbangi dengan ketersediaan jumlah kendaraan serta kapasitas truk tangki yang memadai, jadwal distribusi yang inkonsisten dan kurangnya layanan distribusi yang standar.	Belum adanya alokasi dan rute yang optimal dalam pendistribusian produk.
TUJUAN	Menentukan rute pendistribusian yang paling optimal untuk dilalui, sehingga pendistribusian lebih terencana, tidak terjadi <i>overloaded</i> , benturan saat proses bongkar muat barang antar <i>supplier outhouse</i> dan meminimalkan keterlambatan.	Mengatur rute dan jadwal distribusi, serta menentukan kapasitas dan jumlah truk tangki yang efektif dan efisien agar menguntungkan perusahaan.	Menentukan alokasi yang optimal dan mencari rute yang lebih optimal dalam mendistribusikan produknya.

2.2 Optimalisasi

2.2.1 Pengertian Optimalisasi

Optimalisasi adalah hasil yang dicapai sesuai keinginan, jadi perampingan adalah pencapaian hasil yang benar-benar terbentuk dengan benar dan efektif. Sesuai referensi Kata Besar Bahasa Indonesia (Depdikbud: 1995: 628) perampingan berasal dari kata ideal yang mengandung arti yang terbaik, yang paling tinggi.

Peningkatan juga diartikan sebagai suatu tindakan dimana semua kebutuhan dapat dipenuhi dari latihan yang dilakukan. Menurut Winardi (1996:363) peningkatan adalah tindakan yang menyebabkan tercapainya tujuan. Sebagai aturan, peningkatan adalah pencarian nilai terbaik dari kemampuan yang dapat diakses dalam pengaturan tertentu. Ada tiga elemen dalam permasalahan optimalisasi yang harus diidentifikasi, yaitu antara lain :

1. Tujuan

Hal ini bertujuan untuk meminimalisir atau maksimilisasi. Maksimalisasi disini adalah dengan melakukan pengoptimalan yang memiliki hubungan dengan *benefit*, penerima, dan sejenisnya. Sedangkan konsep minimalisir dipilih apabila bertujuan untuk optimalisasi yang berhubungan dengan jarak, waktu, biaya dan sejenisnya.

2. Alternatif Keputusan

Proses mengambil keputusan yang akan berhadapan pada beberapa alternatif yang bertujuan untuk mencapai target yang telah di tetapkan. Alternatif pengambilann keputusan yang sudah ada menggunakan sumber daya yang terbatas yang di miliki oleh pengambil keputusan itu sendiri.

3. Sumber Daya yang di Batasi

Untuk menggapai tujuan yang telah di tetapkan memerlukan pengorbanan sumber daya. Akan tetapi ketersediaan sumber daya sangat terbatas sehingga dibutuhkan proses optimalisasi dalam mencapai tujuan.

2.3 Transportasi

2.3.1 Pengertian Transportasi

Transportasi merupakan suatu kegiatan yang bertujuan untuk memindahkan barang atau pun manusia dalam waktu tertentu dengan menggunakan perantara kendaraan. Berikut adalah definisi Transportasi menurut para ahli :

1. Menurut Morlok (1978), transportasi didefinisikan sebagai kegiatan memindahkan atau mengangkut sesuatu dari suatu tempat ketempat lain.
2. Menurut Bowersox (1981), transportasi adalah pengembangan barang dagangan atau pelancong yang dimulai dari satu tempat kemudian ke tempat berikutnya, di mana barang tersebut dipindahkan ke tempat yang diperlukan. Terlebih lagi, sebagai aturan umum, transportasi adalah tindakan untuk memindahkan

sesuatu (barang dagangan atau produk potensial) dimulai dari satu tempat kemudian ke tempat berikutnya.

3. Seperti yang ditunjukkan oleh Papacostas (1987), transportasi dicirikan sebagai suatu kerangka kerja yang terdiri dari kantor-kantor khusus di sepanjang suatu aliran dan kerangka kendali yang memungkinkan individu atau barang untuk bergerak mulai dari satu tempat kemudian ke tempat berikutnya secara efektif kapan pun untuk membantu aktivitas manusia.
4. Menurut Steenbrink (1974), transportasi adalah perkembangan orang atau barang dagangan yang menggunakan peralatan atau kendaraan dari dan ke tempat-tempat yang terisolasi secara geologis.
5. Sebagaimana dinyatakan oleh Steenbrink (1974), transportasi adalah perkembangan orang atau barang dagangan yang menggunakan instrumen atau kendaraan dari dan ke tempat-tempat yang terisolasi secara geologis.

Transportasi bisa disebut juga sebagai permintaan turunan (*derived demand*) yang muncul akibat adanya permintaan seperti komoditas maupun jasa.

2.3.2 Metode Transportasi

Seperti yang ditunjukkan oleh Dwijanto yang dikutip dari Syarifudin, teknik transportasi adalah strategi yang digunakan untuk mengendalikan penyebaran sumber yang memberikan barang-barang komparatif kepada tujuannya secara ideal. Penyebaran ini diselesaikan sehingga minat dari beberapa keberatan dapat dipenuhi dari beberapa titik awal, yang masing-masing memiliki batas alternatif. Dengan memanfaatkan teknik transportasi bermaksud untuk menyampaikan suatu sebutan penyebaran barang dagangan yang dapat membatasi biaya transportasi.

Menurut Ilyas Masudin, dkk (2018) metode yang sering digunakan untuk menyelesaikan masalah transportasi, yaitu :

1. Metode Biaya Terendah (*Least Cost*)

Dibuat dengan pendekatan biaya yang paling minimal adalah untuk memberikan kebutuhan atau kebutuhan untuk penunjukan sel antara sumber dan bunga yang datang pada biaya pengangkutan atau pengangkutan per unit dan jarak terkecil (paling murah).

2. Metode *North West Corner* (NWC)

Salah satu moda transportasi menuju yang cukup mudah digunakan, namun sekali lagi seperti teknik lain, hasil dari penggunaan pendekatan ini juga tidak terlalu ideal secara instan. Dalam strategi ini, sumber dan keberatan diperkenalkan sebagai jaringan (tabel) yang diminta dari kiri atau kiri ke kanan dan dari atas ke pangkalan.

3. Metode *Stepping Stone*

Teknik Venturing Stone atau strategi pendahuluan (Trisal Blunder), teknik yang digunakan untuk mengubah distribusi atau redistribusi item untuk mendapatkan peruntukan item yang lebih murah dengan biaya pengiriman habis-habisan. Pendekatan ini memutuskan bahwa dibuat ditentukan untuk menyaring penurunan biaya per unit yang lebih menonjol daripada peningkatan biaya per unit jika redistribusi dilakukan. Dalam menyelesaikan masalah dengan menggunakan metode ini, jumlah rute atau sel yang mendapat alokasi harus sebanyak $(\text{jumlah kolom} + \text{jumlah baris}) - 1$.

4. Metode *Modified Distribution* (MODI)

MODI adalah pengembangan dari strategi batu jelajah, menggunakan pendekatan daftar atau garis dan bagian peningkatan harga secara keseluruhan atau perhitungan. Salah satu keunggulan MODI dibandingkan metodologi yang berbeda adalah adanya jaminan kekosongan sel yang berencana untuk memutuskan dana cadangan biaya. Dengan MODI, metode yang digunakan lebih pasti dan presisi sangat tinggi dibandingkan dengan batu venturing sehingga proses

peningkatan masalah terlihat lebih cepat. Sementara itu, halangan untuk menggunakan perhitungan MODI adalah siklus yang digunakan lebih lama (karena lebih teratur).

2.4 Distribusi

2.4.1 Sistem Distribusi

Sistem Distribusi adalah teknik yang digunakan untuk menyebarkan tenaga kerja dan produk dari kepala ke pembeli. Sistem pengiriman berencana untuk memastikan bahwa ciptaan sampai ke pembeli dengan tepat, tetapi harus fokus pada keadaan pembuat dan kantor yang dapat diakses secara lokal, di mana sistem sirkulasi yang baik akan sangat mendukung proses pembuatan dan penggunaan. Dalam mendistribusikan barang-barang mereka dari pembuat ke pelanggan, pembuat dapat menggunakan beberapa jenis kerangka alat angkut yang dapat dikumpulkan:

1. Distribusi langsung, yaitu produsen langsung menyerahkan barang hasil produksi langsung ke custumernya.
2. Distribusi semi langsung, penyalurann yang di lakukan produsenn kepada konsumen dengan melalui perantara took milik produsen sendiri.
3. Distribusi tidak langsung, produsen tidak menjual barang mauapun jasa yang dihasilkan secara langsung akan tetapi ada perantara lain yang menjual hasilnya kepada konsumen.

2.5 Programing Linear

2.5.1 Pengertian Programing Linear

Menurut Assauri (1999:19), *linear programming* adalah metode penyusunan yang menggunakan model numerik yang sepenuhnya bertujuan untuk menentukan kombinasi produk terbaik dalam mengumpulkan penetapan aset terbatas untuk mencapai tujuan yang digunakan secara ideal.

Menurut T. hani Handoko (1999:379), *linear programming* ialah metode analitik paling terkenal yang merupakan suatu bagian

kelompok teknik-teknik dan pada umumnya dinamakan dengan programisasi matematik.

1. Tahapan pemecahan pemrograman linear menurut Suyitno (1997:2)
 - a. Paham mengenai masalah di dalam bidang tersebut.
 - b. Penyusunan model matematikanya.
 - c. Penyelesaian model matematikanya.
 - d. Menafsirkan model jawaban kedalam jawaban atas permasalahan yang nyata.
2. Ciri-ciri pemrograman linear
 - a. Adanya kendala (konstrain) yang membatasi tingkat pencapaian tujuan.
 - b. Memiliki tujuan yang ingin di capai yaitu berupa memaksimumkan atau meminimumkan kuantitas.

Definisi bisnis model menurut ahli saat ini :

Bisnis model adalah bentuk arsitektur dari produk/jasa dan termasuk arus informasi terkait penjelasan mengenai berbagai pelaku bisnis dan perannya. Juga terkait penjelasan mengenai berbagai potensi keuntungan bagi perusahaan. (Paul Timmers. Business Model for Electric Market, 1998)

2.5.2 Formulasi Model Program Linear

Hal penting dalam menentukan program linear adalah membuat formula atas model tersebut. Pembangunan model formulasi permasalahan menggunakan beberapa unsur yang sering diterapkan di dalam menyusun program linear yaitu antara lain :

1. Variabel Keputusan. (*Decision Variabel*)

Variabel Keputusan adalah faktor yang menentukan pilihan apa yang akan dibuat dalam menelusuri pengaturan yang ideal. Kesalahan yang sering terjadi dalam memutuskan faktor-faktor pilihan secara fatal mempengaruhi organisasi dengan asumsi mereka tidak sesuai dengan pilihan yang mempengaruhi pembuatan pengaturan yang tidak ideal.

2. Fungsi Tujuan. (*Objective Function*)

Fungsi tujuan adalah kemampuan yang menggambarkan target dalam masalah pemrograman langsung yang terkait dengan pemanfaatan aset yang ideal untuk memberikan manfaat paling ekstrem dan biaya paling rendah dalam pemanfaatannya.

3. Fungsi Pembatas. (*Constrain Function*)

Fungsi pembatas adalah jenis pertunjukan yang dilakukan secara numerik dengan hambatan batas yang dapat diakses dan idealnya ditujukan untuk latihan yang berbeda.

4. Batasan Variable

Batasan variable menggambarkan tentang wilayah variable. Jumlah sumber daya yang tersedia untuk persoalan ini tidak boleh bernilai negatif.

$$x_{ij} \geq 0; \text{ untuk } i = 1, 2, \dots, m \text{ dan } j = 1, 2, \dots, n$$

2.5.3 Bentuk Umum Program Linear

Secara umum bentuk program linear yang terdiri dari sekumpulan variable keputusan $X_1, X_2, \dots, X_n$ di rumuskan sebagai berikut (Lieberman dan Hiller, 1994) :

1. Fungsi tujuan : Maksimasi dan Minimasi

$$Z = C_1 x_1 + C_2 x_2 + C_3 x_3 + \dots + C_n x_n$$

2. Kendala

$$a_{11}X_1 + a_{12} X_2 + a_{13} X_3 + a_{14} X_4 + \dots + a_{1n} x_n (\leq, =, \geq) b_1$$

$$a_{21}X_1 + a_{22} X_2 + a_{23} X_3 + a_{24} X_4 + \dots + a_{2n} x_n (\leq, =, \geq) b_1$$

.

.

.

$$a_{m1} X_1 + a_{m2} X_2 + a_{m3} X_3 + a_{m4} X_4 + \dots + a_{mn} x_n$$

dan $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, \dots, X_n$

Sumber: Lieberman dan Hiller (1994)

Dimana :

Z = nilai fungsi tujuan yang dimaksimumkan atau diminimumkan.

n = macam batasan sumber daya atau fasilitas yang ada.

m = macam aktivitas yang menggunakan sumber daya atau fasilitas

x_i = variabel keputusan

b_i = nilai maksimal sumber daya untuk dialokasikan ke aktivitas

c_i = besarnya kenaikan nilai Z setiap ada kenaikan satu satuan nilai

2.5.4 Asumsi Linear Programing

Asumsi dasar yang digunakan dalam model analitis Mixed Integer Linear Programming adalah (Lieberman dan Hillier, 1994):

1. Proporsionalitas

Nilai kemampuan tujuan (Z) berlaku di mana-mana dan pemanfaatan aset berubah sehubungan dengan perubahan tingkat tindakan.

2. *Additivitas*

Aktivitas (variabel keputusan) tidak mempengaruhi satu sama lain dalam menentukan nilai kemampuan tujuan sehingga nilai kemampuan tujuan adalah jumlah komitmen dari setiap variabel pilihan atau pada akhirnya perluasan kemampuan tujuan yang dibawa. Tentang suatu tindakan dapat ditambahkan tanpa mempengaruhi bagian dari nilai kemampuan tujuan yang didapat dari latihan yang berbeda.

3. Deterministik

Semua batasan yang terdapat dalam model numerik (A_{ij} , C_j , b_i) masih belum pasti, meskipun jarang dapat diselesaikan secara definitif.

4. *Accountability*

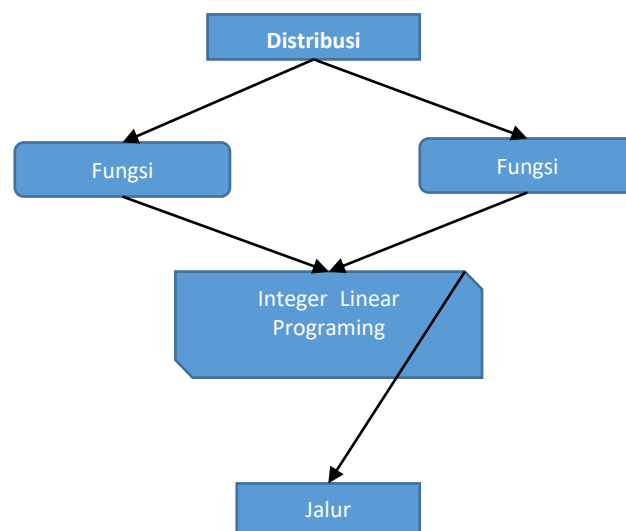
Sumber-sumber yang dapat diakses harus diperhitungkan dengan tujuan agar cenderung ditemukan jumlah bagian yang dimanfaatkan dan jumlah bagian yang masih tersisa.

5. *Linearity of Objectives*

Kemampuan tujuan dan persyaratan harus memiliki opsi untuk dikomunikasikan sebagai kemampuan langsung.

2.5.5 Kerangka Konseptual

Integer Linear Programming digunakan untuk membantu menentukan rute terpendek dalam proses distribusi barang, metode pemrograman linear membutuhkan variabel keputusan yang terdiri dari beberapa parameter, fungsi kendala, dan fungsi tujuan untuk menentukan rute jalur terpendek.



Gambar 2.1 Kerangka Konseptual

Salah satu contoh penggunaan Linear Programming dalam bidang distribusi adalah menentukan sistem distribusi yang akan meminimumkan ongkos total transportasi. Menurut Taha (1997:22), Model transportasi khawatir untuk memutuskan biaya terkecil yang dimaksudkan untuk membawa setidaknya satu barang dagangan dari berbagai sumber (misalnya pabrik) ke berbagai keberatan (misalnya, pusat distribusi). Model transportasi pada dasarnya adalah Pemrograman Langsung yang dapat diselesaikan dengan teknik simpleks biasa. Dari perspektif langsung, model transportasi terlihat untuk memutuskan pengaturan pengangkutan sesuatu dari berbagai sumber ke berbagai keberatan. Alasan model ini adalah untuk memutuskan jumlah yang harus diangkut dari setiap sumber ke setiap tujuan sehingga biaya transportasi mutlak terbatas. Asumsi penting

dari model ini adalah bahwa biaya transportasi pada jalur tertentu secara langsung sesuai dengan jumlah unit yang dikirim.

2.6 Network Planning (*Jaringan Kerja*)

Konsep dasar perencanaan jaringan adalah metode yang mendefinisikan kombinasi kegiatan yang saling terkait yang harus dilakukan dalam urutan tertentu sebelum seluruh tugas dapat diselesaikan. Untuk merepresentasikan hasil dari metode Saving Matrix, simbol-simbol pada jaringan dapat digunakan sebagai berikut (Kurnia dan Handayaningsih, 2014):

a. Simbol Anak Panah (*Arrow*)

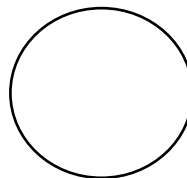
Simbol anak panah mengidentifikasikan adanya kegiatan atau aktivitas. Ujung anak panah menunjukkan arah rangkaian jalur atau urutan jalur.



Gambar 2.1 Anak Panah

b. Simbol Lingkaran (*Node*)

Simbol lingkaran menandakan adanya kejadian atau peristiwa.



Gambar 2.1 Lingkaran

c. Simbol Anak Panah Tebal

Simbol anak panah tebal menyatakan jalur kritis.



Gambar 2.1 Lingkaran

2.7 Vehicle Routing Problem (VRP)

Vehicle Directing Issue (VRP) adalah masalah pemrograman angka yang diingat untuk klasifikasi NP-Sulit, dan itu menyiratkan bahwa tenaga komputasi yang digunakan akan lebih merepotkan dan lebih merepotkan seiring dengan meluasnya masalah (Desrosiers et al. , 1995).

Sesuai Toth and Vigo (2002) *Vehicle Steering Issue* (VRP) merencanakan pengaturan kursus untuk berbagai kendaraan dengan harga minimal di mana setiap kendaraan mulai dan selesai di terminal, setiap klien dikunjungi hanya satu kali, dan minat penuh disampaikan tidak melebihi kemampuan kendaraan. Pengaturan VRP adalah untuk mengkarakterisasi berbagai kursus, yang masing-masing dilayani oleh kendaraan mulai dan selesai di stasiun, dengan tujuan agar kebutuhan klien terpenuhi, semua masalah fungsional diselesaikan dan biaya transportasi sebagian besar terbatas.

Permasalahan VRP dapat digambarkan sebagai suatu graf tak berarah $G = (V, E)$, dengan sebuah kumpulan konsumen $V = 0, 1, \dots, n$ dan sebuah kumpulan jalur E . Konsumen 0 adalah sebuah depot dengan sejumlah kendaraan yang memiliki kapasitas yang sama, Q . setiap titik konsumen $[i, j]$ tidak memiliki biaya negative $C_{ij} = C_{ji}$. Tujuan umum VRP adalah :

1. Mengurangi jarak dan biaya tetap yang berhubungan dengan penggunaan kendaraan.
2. Mengurangi jumlah kendaraan yang dibutuhkan untuk mensuplai permintaan seluruh konsumen.
3. Menyeimbangkan rute-rute dalam hal waktu perjalanan dan muatan kendaraan.
4. Mengurangi hukuman karena bantuan yang tidak sesuai kepada pelanggan, misalnya keterlambatan alat angkut, dll.

2.8 Saving Matrix

Metode Saving Matrix adalah teknik yang digunakan untuk memutuskan jarak, jalur, waktu, dan biaya dalam pengangkutan barang dagangan dari organisasi ke pembeli. Teknik ini diharapkan dapat membuat pengangkutan barang dagangan sesuai pesanan pembeli dapat dilakukan secara layak dan efektif, sehingga organisasi dapat menghemat biaya, tenaga, dan waktu pengangkutan (Suparjo, 2017). Sarana dalam teknik Saving Lattice adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi Matriks Jarak (Distance Matrix). Pada langkah ini, kita ingin jarak antara ruang penyimpanan ke setiap klien dan jarak antara pembeli. Dimana dalam memperoleh jarak tersebut diperlukan bantuan dari aplikasi google maps.
2. Mengidentifikasi Matriks Penghematan (Saving Matrix). Saving Matrix merepresentasikan penghematan yang bisa direalisasikan dengan menggabungkan dua konsumen ke dalam satu rute selama tidak melebihi kapasitas angkut. Rumus untuk mendapatkan matriks penghematan (Saving Matrix) adalah sebagai berikut:

$$S(x, y) = J(G, x) + J(G, y) - J(x, y) . \quad (2.14)$$

Dengan

(x, y) : Penghematan jarak (Saving Matrix) yang diperoleh dengan menggabungkan rute x dan y menjadi satu.

(G, x) : Jarak dari gudang ke konsumen x .

(G, y) : Jarak dari gudang ke konsumen y .

(x, y) : Jarak dari konsumen x ke konsumen y .

3. Membedakan Pelanggan dengan Kendaraan dan Kursus berdasarkan Area. Langkah awal dari sistem iteratif ini adalah mengkonsolidasikan dua rute dengan efisiensi terbaik menjadi satu rute yang bisa dilakukan. Teknik ini diselesaikan terus-menerus sampai tidak ada lagi kombinasi yang tepat.
4. Mengurutkan Konsumen ke dalam Rute yang sudah terdefinisi. Beberapa metode pengurutan rute adalah sebagai berikut:
 - a) Farthest Insert Metode adalah menambahkan konsumen dalam sebuah rute perjalanan, yang di mulai dari selisih jarak paling jauh. Hal ini dilakukann sampai semua konsumen bisa masuk dalam rute yang ada.
 - b) Nearest Insert Metode merupakann kebalikan dari metode farthest insert mode dimana pada metode ini di tentukan berdasarkan paling dekat dengan konsumen. Hal ini akan di lakukan secara berulang terus menerus sampai semua konsumen masuk dalam rute perjalanan.

-
- c) Nearest Neighbor Prosedur Mengatur kunjungan pelanggan dengan strategi Closest Neighbor dimulai dari stockroom dan selanjutnya menambah pembeli yang terdekat dengan pusat distribusi. Pada setiap tahap, kursus saat ini dikerjakan dengan menambahkan pembeli yang paling dekat dengan klien terakhir yang dikunjungi (Arifudin, Wisnubroto, dan Parwati, 2017).

BAB 3 - METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian ialah tahapan penelitian yang wajib di tentukan lebih dulu oleh penulis sebelum melakukan proses analisa dan pemecahan masalah yang dilakukan dalam penelitian. Sehingga dengan begitu penelitin akan berjalan secara terstruktur dan terorganisasi.

3.1 Batasan Penelitian

Dalam penelitian yang dilakukan penulis terdapat variable yang diteliti yaitu distribusi dari principal ke PT United Tractors cabang Banjarmasin. Adapun untuk lebih spesifik mengenai optimalisasi jalur distribusi parts undercarriage dikarenakan secara produk berkontribusi besar dalam penyumbang sales dan menjadikan product image unit yang di ageni oleh PT United Tractors.

3.2 Alokasi dan Waktu Penelitian

1. Tempat Penelitian :

Penulis melakukan penelitian di PT United Tractors Cabang Banjarmasin Jl. A Yani KM 13,5 Gambut, Kab Banjar, Kalimantan Selatan. Alokasi waktu penelitian menunjukkan batas waktu pengumpulan data yang dianalisis.

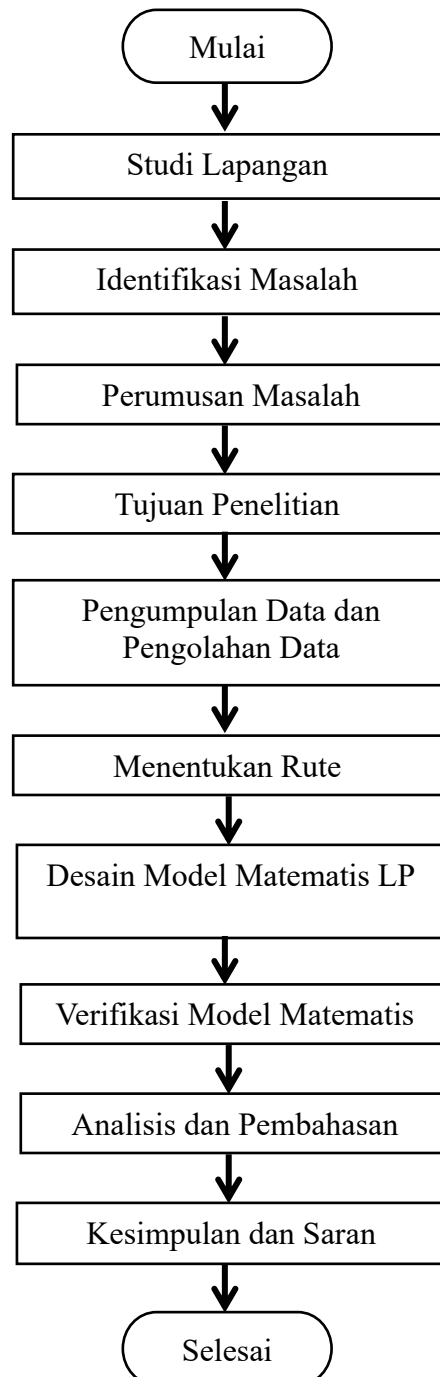
2. Waktu Penelitian :

Penelitian yang dilakukan di PT United Tractors Cabang Banjarmasin Jl. A Yani KM 13,5 Gambut, Kab Banjar, Kalimantan Selatan. Untuk waktu penelitian dilakukan secara bertahap tiga bulanan sampai dengan proses penelitian selesai.

3.3 Proses Penelitian / Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian atau proses penelitian ditetapkan oleh penulis diawal agar lebih mengarah pada analisis dan pemecahan permasalahan yang ditulis.

Berikut untuk diagram flowchart penggambarannya :



Gambar 3.1 Diagram Flowchart proses penelitian

3.4 Populasi dan Metode Pengumpulan Sampel

Pada bagian ini peneliti mengidentifikasi bahwa populasi target adalah semua area Kalimantan selatan di bawah backup PT United Tractors Cabang Banjarmasin.

3.5 Sumber Data dan Prosedure Pengumpulan Data

Berikut untuk sumber data yang dikumpulkan oleh peneliti berdasarkan data Primer :

1. Observasi

Observasi bisa sering kita sebut dengan melakukan pengamatan dan pencatatan secara sistematis atas kejadian-kejadian yang kita selidiki. Observasi merupakan tahapan yang disusun mulai dari berbagai proses biologis dan psikologik. Diantaranya hal yang sangat penting yaitu proses pengamatan dan proses ingatan.

Proses mengumpulkan data yang digunakan peneliti dengan cara pengamatan langsung ke pelanggan yang berhubungan dengan masalah dalam penelitian.

2. Interview

Pengumpulan data dengan cara melakukan wawancara dan diskusi dengan tenaga penjual di lingkungan perusahaan. Berikut untuk sumber data yang dikumpulkan oleh peneliti berdasarkan data Sekunder :

a. Data Internal

Data yang di peroleh dari sumber perusahaan.

b. Data Eksternal

Data yang di dapatkan dengan cara mencari referensi penelitian sebelumnya, sebagai contoh buku-buku, materi perkuliahan atau *reports* perusahaan.

3.6 Metode Analisis

Analisis ini dilakukan dengan tujuan agar data hasil penelitian yang masih berupa data kasar menjadi lebih mudah untuk dipahami dan diinterpretasi. Metode analisis data yang dilakukan oleh penulis adalah sebagai berikut :

1. Membuat model struktur distribusi dan matriks jarak antar area distribusi menggunakan Network Planning dan Saving Matrix.
2. Membuat formulasi model yang akan diolah menggunakan metode Linear Programming.
3. Menghitung biaya transportasi rute awal dengan rute optimal yang diperoleh dari metode Nearest Neighbour.

Menganalisis keseluruhan hasil penelitian yang telah dihitung menggunakan metode penelitian yang digunakan oleh peneliti.

3.7 Struktur Diagram Network Planning

Diagram network planning disini digunakan untuk mempresentasikan model rute pengiriman *part undercarriage* PT. United Tractor. Variable yang ada dalam diagram berupa sumber dan tujuan pengiriman, yaitu Principal (KUI) sebagai sumbernya, Cakung, Balikpapan dan Banjarmasin sebagai tujuan pengiriman.

3.8 Metode VRP

Menurut Solomon (1987), variasi dari VRP antara lain :

- a. Capacitated VRP (CVRP), setiap kendaraan punya kapasitas yang terbatas.
- b. VRP with Time Windows (VRPTW), setiap pelanggan harus disuplai dalam jangka waktu tertentu.
- c. Multiple Depot VRP (MDVRP), distributor memiliki banyak depot untuk menyuplai pelanggan.
- d. VRP with Pick-Up and Delivery (VRPPD), pelanggan mungkin mengembalikan barang ke depot asal.
- e. Split Delivery VRP (SDVRP), pelanggan dilayani dengan kendaraan berbeda.
- f. Stochastic VRP (SVRP), munculnya random values (seperti jumlah pelanggan, jumlah permintaan, waktu pelayanan atau waktu perjalanan)
- g. Periodic VRP (PVRP), pengantar hanya dilakukan dihari tertentu

3.9 Nearest Neighbour

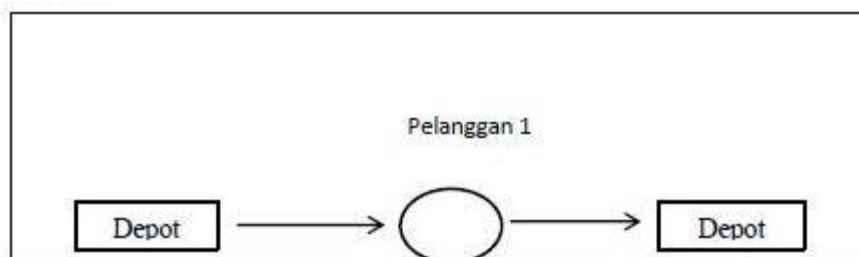
Algoritma Nearest Neighbour adalah teknik Heuristik yang digunakan dalam menangani masalah VRP. Berpikir kritis diakhiri dengan memulai tahap

awal dan kemudian mencari titik terdekat. Strategi ini adalah prosedur penanganan VRP yang sangat menarik, berjalan cepat dan sebagian besar menciptakan kualitas yang sangat bagus menurut Johnson, Bentley, McGeoch, dan Ronthberg yang dirujuk oleh Katarina Herlita dalam eksplorasi mereka (2017: 3). Algoritma Nearest Neighbour adalah perhitungan yang tidak sulit untuk dilakukan dan sederhana untuk dieksekusi

3.10 Algoritma Sequential Insertion

Algoritma *Sequential Insertion* adalah strategi untuk mengatasi masalah dengan menyematkan klien yang telah dibingkai dan datang dengan hasil paling ekstrem. Untuk menyatakan menemukan pengaturan yang mendasari menyinggung metode yang terlibat dengan memilih klien utama yang ditempatkan ke dalam kursus (Sana, 2015).

Pedoman penting dari *algoritma Sequential Insertion* adalah untuk mencoba untuk menanamkan klien di antara setiap segmen melingkar (tepi terkoordinasi) yang ada pada kursus yang sedang berlangsung. Kurva ini dicirikan sebagai tepi yang langsung menghubungkan satu area ke area lain. Pada Gambar 4.3 klien berikut mencoba untuk menanamkan bsuur 1 dan bsusur 2 pada jalur yang sedang berlangsung saat ini.



Gambar 4.3 Penyisipan pelanggan pada rute saat ini

Algoritma *Sequential Insertion* memiliki kelebihan dalam pemilihan pelanggan yaitu dengan mempertimbangkan posisi pelanggan dengan lokasi lintasan penyisipan yang tersedia, sehingga didapatkan hasil yang baik. Prosedur ini terus berulang hingga semua pelanggan telah ditugaskan. Adapun langkah-langkah *algoritma Sequential Insertion* adalah sebagai berikut :

Langkah 1: Menentukan data pelanggan, jumlah permintaan, kapasitas kendaraan dan matriks jarak sebagai input yang dibutuhkan.

Langkah 2: Penentuan rute pertama ($t = 1$) yang dimulai dari depot menuju ke konsumen kemudian kembali lagi ke depot, dipilih konsumen yang paling dekat dengan depot.

Langkah 3: Hitung jumlah permintaan dan total jarak tempuh dari pelanggan pada rute.

Langkah 4: Pilih pelanggan dengan jarak tempuh terkecil dengan depot untuk dipilih ditugaskan ke dalam rute. Apabila jumlah permintaan kurang dari kapasitas kendaraan maka dilanjutkan ke langkah 5. Apabila jumlah permintaan lebih dari kapasitas kendaraan maka dilanjutkan ke langkah 6.

Langkah 5: Pelanggan kemudian ditugaskan ke dalam rute dan rute (t) terbentuk. Kembali ke langkah 4.

Langkah 6: Jika semua pelanggan telah terpilih maka proses pengerjaan algoritma Sequential Insertion telah selesai. Apabila masih ada pelanggan yang belum terpilih maka lanjut ke langkah 7.

Langkah 7: Pembentukan rute baru ($t = t+1$), lanjut ke langkah 8.

Langkah 8: Masukkan pelanggan yang belum terpilih untuk ditugaskan ke dalam rute yang akan terbentuk selanjutnya, lanjut ke langkah 4.

Langkah 9: Semua permintaan barang yang dikirimkan ke pelanggan telah terpenuhi, hentikan prosedur ini.

BAB 4 - PAPARAN DATA DAN DISKUSI

4.1 Evaluasi Awal

Untuk menentukan hasil dan pembahasan menjelaskan beberapa data yang dibutuhkan dan pengolahan data serta pembahasan dari hasil pengolahan data tersebut, sehingga diperoleh penyelesaian atau solusi terhadap permasalahan yang sedang diteliti.

4.1 Pengumpulan Data

Pada poin hasil dan pembahasan yang berisi data yang telah dikumpulkan kemudian melakukan proses pengolahan data berdasarkan metode penelitian dan penyelesaian yang digunakan. Kemudian hasil yang diperoleh digunakan untuk analisis dan pembahasan dalam penelitian ini.

4.1.1 Sistem Distribusi PT. United Tractor

Kegiatan pendistribusian di PT. United Tractor didasarkan pada keputusan perusahaan. Pada penelitian ini, peneliti berfokus pada pendistribusian dari Principal (KUI) ke Cabang Banjarmasin. Dimana, Principal (KUI) yang merupakan sumber dari pendistribusian akan mendistribusikan produknya ke beberapa cabang PT. United Tractor. Produk yang dikirimkan adalah *part undercarriage*.

Principal (KUI) sebagai sumber dari pengiriman *part undercarriage*, akan mengirimkan produk tersebut ke Cakung dan Balikpapan. Sedangkan Banjarmasin akan di supplay oleh Cakung atau Balikpapan, tergantung dari cabang mana yang masih memiliki persediaan *part undercarriage*.

Selain ke ketiga cabang tersebut, masih ada cabang lain, yaitu Sampit, Rantau, Sungai Danau, Batulicin dan KPP Rantau. Kelima cabang tersebut mendapatkan supplay *part undercarriage* dari Cakung, Balikpapan atau Banjarmasin. Hal juga dilihat dari ketersediaan *part undercarriage* yang dimiliki oleh Cakung, Balikpapan dan Banjarmasin.

4.1.2 Data Lokasi Pengiriman

Wilayah distribusi PT United Tractors terletak diberbagai kota di Indonesia, namun dalam penelitian ini peneliti akan berfokus pada distribusi dari Principal (KUI) ke PT United Tractors Cabang Banjarmasin. Produk yang di distribusikan ke PT United Tractors berupa *part undercarriage*. Data

lokasi untuk pengiriman *part undercarriage* dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Data Lokasi Pengiriman

No	Lokasi
1	Cakung
2	Balikpapan
3	Banjarmasin
4	Sampit
5	Rantau
6	Sungai Danau
7	Batulicin
8	KPP Rantau

4.1.3 Data Jumlah Pengiriman *Part Undercarriage*

Penentuan jumlah pendistribusian *part undercarriage* ke Cabang PT United Tractor ditentukan oleh jumlah permintaan di setiap cabang. Adapun data pendistribusian *part undercarriage* untuk tiap cabang pada bulan April 2022 ditunjukkan pada tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Jumlah Pengiriman Part Undercarriage di PT United Tractor.

No	Cabang	Ton
1	Cakung	39.779.180
2	Balikpapan	44.595.000
3	Banjarmasin	22.297.500
4	Sungai Danau	40.135.500
5	Rantau	22.297.500
6	Sampit	38.621.700
7	Batulicin	38.600.000
8	KPP Rantau	27.035.190
Total Pengiriman (ton)		273.361.570

Pada tabel 4.2 menunjukkan bahwa bulan April 2022 terdapat pengiriman *part undercarriage* sejumlah 273.361.570 ton untuk cabang ke delapan cabang PT. United Tractorsss. Pengiriman tersebut merupakan pengiriman *part undercarriage* dengan jumlah tertinggi selama periode tahun 2022.

4.1.4 Data Biaya Transportasi

Sarana transportasi yang digunakan PT United Tractorss dalam mensuplai *part undercarriage* adalah *sea freight* dan fuso. Pengiriman menggunakan *sea freight* menggunakan kontainer, dimana setiap kontainer dapat menampung berat sebesar 20 ton, dan untuk fuso dapat menampung berat sebesar 10 ton. Tiap-tiap tujuan pengiriman untuk tiap cabang memiliki moda transportasi yang berbeda, tergantung dari jalur yang akan digunakan. Penggunaan armada *sea freight* hanya pada cabang tertentu yang mengharuskan menggunakan jalur laut. Pengiriman dari Principal (KUI) ke

Balikpapan dan Banjarmasin menggunakan armada *sea freight* dan setelah samapi di pelabuhan akan dilanjutkan dengan fuso. Biaya yang dikeluarkan untuk melakukan pengiriman juga berbeda-beda untuk tiap cabang. Data biaya yang dibutuhkan untuk mendistribusikan *part undercarriage* ke tiap-tiap cabang dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut.

Rute	Biaya/Kontainer (Fix Rate) (Rp)	Uang Jalan Driver (Rp)
Principal - BPN	16.000.000	520.000
Principal - CKG	-	250.000
Principal - BJM	13.000.000	400.000
Cakung - Balikpapan	14.000.000	380.000
Cakung - Sampit	12.000.000	470.000
Cakung - Banjarmasin	12.000.000	400.000
Cakung - KPP Rantau	12.000.000	450.000
Balikpapan - Banjarmasin	-	200.000
Balikpapan -Sungai Danau	-	300.000
Rute	Biaya/Kontainer (Fix Rate) (Rp)	Uang Jalan Driver (Rp)
Balikpapan -Rantau	-	300.000
Balikpapan -Sampit	-	400.000
Balikpapan -Batulicin	-	300.000
Balikpapan -KPP Rantau	-	300.000
Banjarmasin -Sungai Danau	-	200.000
Banjarmasin -Rantau	-	200.000
Banjarmasin -Sampit	-	350.000
Banjarmasin -Batulicin	-	200.000
Banjarmasin -KPP Rantau	-	200.000

Pada tabel data biaya pengiriman yaitu tabel 4.2 merupakan biaya *fixed rate*, yaitu biaya tetap yang dikeluarkan untuk proses transportasi dari sumber ke tujuan pengiriman. Misalnya untuk rute

dari Principal ke Balikpapan biaya transportasi yang dibutuhkan sebesar Rp 16.000.000,- untuk tiap kontainer pada saat melakukan pengiriman. Pengiriman dari Principal ke Balikpapan menggunakan jalur laut dan darat, untuk jalur laut menggunakan *sea freight* dan *part undercarriage* akan diangkut menggunakan kontainer. Satu kontainer dapat menampung berat sebesar 20 ton. Setelah sampai di pelabuhan, pengiriman akan dilanjutkan menggunakan fuso, dimana satu fuso dapat menampung berat sekitar 10 ton, sehingga dibutuhkan 2 fuso untuk mengangkut satu kontainer. Biaya tersebut sudah termasuk dengan biaya fuso yang digunakan untuk melakukan proses pengiriman *part undercarriage*. Selain itu, ada juga biaya uang jalan *driver* yang diperlukan dalam proses pengiriman *part undercarriage*. Misalnya pada tabel 4.2 pengiriman dari Principal (KUI) ke Balikpapan membutuhkan uang jalan untuk *driver* sebesar Rp 520.000/*driver*.

4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data dimulai dengan perhitungan biaya transportasi *existing* atau biaya pada kondisi awal pendistribusian *part undercarriage* di PT United Tractor. Sebelum melakukan perhitungan biaya, membuat model struktur dari rute distribusi *existing* dan matriks jarak untuk mengidentifikasi jarak antar cabang. Selanjutnya untuk menentukan model matematis dengan fungsi tujuan minimasi Z, variabel keputusan dan fungsi kendala. Untuk memperoleh biaya yang minimal, maka dilakukan penyelesaian sistem

distribusi berdasarkan data-data yang ada menggunakan *Linear Programming*.

4.2.1 Model Struktur Sistem Distribusi PT. United Tractor

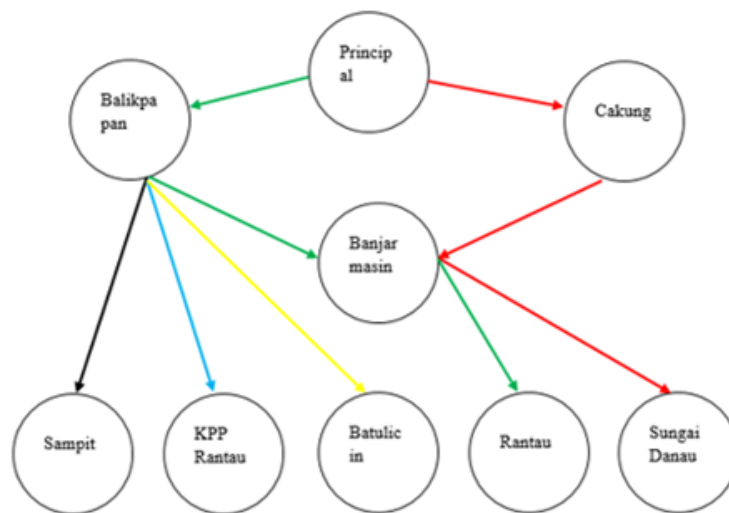
Penentuan rute pendistribusian *part undercarriage* yang dilakukan PT. United Tractors saat ini masih menggunakan penentuan manual. Rute yang dilalui oleh masing-masing kendaraan dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4 Rute dan lama pengiriman *part undercarriage*

No	Rute
1	Principal – Balikpapan – Banjarmasin – Rantau
2	Balikpapan – Batulicin
3	Principal – Cakung – Banjarmasin – Sungai Danau
4	Balikpapan – Sampit
5	Balikappan – KPP Rantau

Sebelum melakukan optimasi rute distribusi *part undercarriage*, maka terlebih dahulu dibuat suatu model struktur distribusi untuk mengetahui gambaran awal dari sistem distribusi *part*

undercarriage di PT United Tractors. Model struktur yang menggambarkan sistem distribusi *part undercarriage* di PT United Tractors dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.1 Model Struktur Rute *Existing*

Sedangkan *lead time* yang dibutuhkan untuk melakukan pendistribusian *part undercarriage* dari cabang satu ke cabang lainnya berbeda-beda. Untuk *lead time* dari Principal (KUI) ke Balikpapan dan Banjarmasin adalah 14 hari kerja, sedangkan ke Cakung adalah 2 hari kerja. *Lead time* dari Balikpapan ke area coveran (Sampit, Batulicin, Rantau, Sungai Danau, KPP Rantau) adalah 2 hari kerja. Banjarmasin ke area coveran adalah 1 hari kerja. Sedangkan Cakung ke area coveran 14 hari kerja.

4.2.2 Matrix Jarak Antar Area Distribusi

Matriks jarak merupakan kumpulan data-data jarak dari setiap area distribusi. Matriks ini didapatkan dari pengolahan data wilayah (lokasi)

area distribusi yang ada di PT. United Tractor dan *google maps* digunakan untuk membantu menentukan jarak antar area distribusi. Dimana jalur yang dipilih adalah jalur dengan jarak terpendek. Jalur pada *google maps* akan menampilkan nama jalan yang akan dilalui oleh armada tersebut. Matriks jarak dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut.

Tabel 4.5 Matriks Data Jarak

From/to	pcp	ckg	blp	bjm	sd	r	S	bl	kpp
pcp	0	38	1955,8	1547,9	1727	1636	1144	1821	1633
ckg		0	1979,8	1573,2	1743	1652	1160	1803	1656
blp			0	47,1	493,4	386,5	821,3	399,5	401,3
bjm				0	171	100,7	415,6	263,8	127,3
sd					0	235	586	94	236
r						0	496	151	5,4
s							0	647	493
bl								0	157
kpp									0

Keterangan : Jarak dalam kilometer

Pcp : Principal

Ckg : Cakung

Blp : Balikpapan

Bjm : Banjarmasin

sd : Sungai Danau

r : Rantau

s : Sampit
bl : Batulicin
kpp : KPP Rantau

Pada tabel 4.5 menunjukkan jarak dari Principal ke cabang lain yang akan didistribusikan dan jarak antara satu cabang distribusi ke cabang lainnya. Matriks jarak tersebut digunakan untuk mengidentifikasi jarak antar area distribusi untuk perhitungan biaya *existing*.

4.2.3 Formulasi Model Matematis

Model formulasi yang dilakukann pertama adalah menentukan variable keputusan, langkah selanjutnya menentukan fungsi tujuan yang ingin dicapai dilanjut dengan fungsi kendala yang membatasi variabel. Formulasi ini akan digunakan untuk menghitung biaya dari distribusi *part undercarriage* model *existing* dan model *linear programming*.

1. Menentukan Variabel Keputusan

Variabel keputusan ialah output yang akan dioptimalkan sesuai dengan permasalahan yang ada sehingga memenuhi kriteria fungsi tujuan dan fungsi kendala. Armada *sea freight* dan fuso digunakan untuk mengirim *part undercarriage* ke beberapa cabang. Pemilihan rute untuk setiap kendaraan kemudian menjadi hal yang diperlukan sehingga setiap calon rute mengarahkan pada keputusan ya atau tidak. Variabel keputusan pada penelitian ini adalah aktivitas transportasi yang dilakukan. Jumlah moda transportasi yang digunakan disimbolkan dengan (X) dan aktivitas transportasi yang dilakukan disimbolkan dengan (Y). Variabel keputusan tersebut dalam bentuk bilangan bulat (integer).

2. Menentukan Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan adalah fungsi yang menggambarkan sasaran dalam permasalahan *linear programming* yang berkaitan dengan pengaturan secara optimal untuk memperoleh keuntungan maksimal atau biaya minimal. Nilai yang akan dioptimalkan dinyatakan sebagai Z . Komponen biaya distribusi *part undercarriage* pada penelitian ini yaitu *fixed cost* dan *variabel cost*. *Fixed cost* merupakan biaya tetap dalam pengadaan moda transportasi. *Fixed cost* tidak dilakukan minimasi karena *fixed cost* tidak dipengaruhi oleh jarak tempuh.

Biaya pengiriman merupakan *variabel cost* yang tergantung pada aktivitas transportasi yang dilakukan. *Variabel cost* ini dapat diminimasi karena tergantung pada jarak dan berat. Jarak disini dimaksudkan pada tenaga *driver* karena biaya kendaraan tidak memandang jarak, dan berat dapat mempengaruhi jumlah kendaraan yang digunakan karena keterbatasan kapasitas per kendaraan. Formulasi dari *variabel cost* dijelaskan pada persamaan 1.

$$\begin{aligned}\text{Biaya transportasi} &= \text{biaya sewa kendaraan} + \text{tenaga driver} \\ &= Y + X\end{aligned}\quad (1)$$

Biaya sewa kendaraan merupakan biaya pengiriman untuk jalur laut yang menggunakan kontainer. Banyak sedikitnya jumlah kontainer dan fuso dalam proses pengiriman *part undercarriage* dipengaruhi oleh jumlah permintaan tiap-tiap cabang. Biaya pengiriman tersebut masuk ke dalam biaya *fixed rate* yang dapat dilihat dari tabel 4.3. Biaya sewa kendaraan dijelaskan pada persamaan 2 berikut.

$$\begin{aligned}\text{Biaya sewa kendaraan} &= \text{jumlah kontainer} * \text{biaya per kontainer} \\ &= k * Y\end{aligned}\quad (2)$$

Sedangkan untuk aktivitas transportasi dijelaskan pada persamaan 3 berikut.

$$\text{Biaya tenaga driver} = \text{jumlah fuso} * \text{uang jalan driver}$$

$$= L * X \quad (3)$$

Sehingga fungsi tujuan biaya pendistribusian dari Principal (KUI) ke Cabang PT. United Tractors terdiri dari biaya sewa kendaraan yang digunakan untuk pengiriman dari Principal/Cabang ke i menuju Principal/Cabang ke j menggunakan moda transportasi ke L ditambah dengan biaya tenaga driver. Formulasi model fungsi tujuan penelitian ini ditunjukkan pada persamaan 4.

$$\min Z = \sum_{i \in N} \sum_{j \in N} kY_{ij} + \sum_{i \in N} \sum_{j \in N} LX_{ij} \quad (4)$$

Dimana :

i : indeks sumber

j : indeks tujuan

k : kontainer

C_{ijk} : biaya untuk menempuh sumber i ke tujuan j menggunakan kendaraan L

X_{ij} : biaya *driver* per fuso untuk menempuh jarak dari i ke j

Y_{ij} : biaya per kontainer untuk pengiriman dari i ke j

L : kendaraan fuso

3. Menentukan Fungsi Kendala

Fungsi kendala digunakan untuk batasan atas sumber daya yang ada dalam meminimasi fungsi tujuan. Fungsi kendala dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Semua moda transportasi berangkat dari Principal (KUI)

Kendala ini menyatakan bahwa semua moda transportasi yang digunakan untuk pengiriman dari elemen k memulai rute dari Principal (KUI). Moda transportasi yang memulai rute pengiriman *part undercarriage* dari Principal (KUI) ditandai dengan nilai $i = 1$ untuk memberi batasan agar moda transportasi tidak memulai rute dari Cabang melainkan dari Principal (KUI). Formulasi model kendala ini dijelaskan dalam persamaan 5.

$$\sum_{j \in N} X_{1jk} = 1 \quad \text{untuk } \forall k \in V, j \neq 1 \quad (5)$$

- b. Setiap cabang harus dilewati sebagai tujuan satu kali

Kendala ini menyatakan bahwa variabel rute dalam pendistribusian *part undercarriage* untuk melewati tiap cabang sebagai tujuan hanya satu kali. Kendala ini membatasi bahwa rute dari sumber I ke tujuan j hanya boleh dilewati sebagai tujuan satu kali oleh kendaraan k . Formulas model kendala ini dijelaskan dalam persamaan 6.

$$\sum_{i \in N} \sum_{k \in V} X_{ijk} = 1 \quad \text{untuk } \forall j \in N, \quad j \neq i, j \neq 1 \quad (6)$$

- c. Kekontinuan rute

Kendala ini menyatakan bahwa kendaraan yang menuju satu cabang dipastikan meninggalkan cabang tersebut. Ketika suatu kendaraan k berasal dari sumber I menuju tujuan h maka sumber berikutnya adalah sumber h menuju tujuan j yang dilakukan oleh kendaraan k . Hal tersebut juga membatasi agar rute terus kontinyu. Formulasi model kendala ini dijelaskan dalam persamaan 7.

$$\sum_{i \in N} X_{ihk} - \sum_{j \in N} X_{hjk} = 0 \text{ untuk } \forall k \in V, \forall h \in N, h \neq 1, h \neq j, h \neq i \quad (7)$$

4.2.4 Jumlah Moda Transportasi Existing

Jumlah moda transportasi yang digunakan dalam setiap melakukan proses pengiriman berbeda- beda tergantung permintaan dan akan mempengaruhi biaya yang akan dikeluarkan. Pada penelitian ini menggunakan data permintaan bulan April 2022 karena memiliki rata-rata tertinggi permintaan ditahun 2022. Data jumlah moda transportasi yang digunakan dalam proses pengiriman untuk bulan April 2022 dapat dilihat pada tabel 4.6 berikut.

Tabel 4.6 Data Jumlah Moda Transportasi

No	Cabang	Permintaan (gram)	Jumlah Fuso
1	Cakung	39.779.180	4
2	Balikpapan	44.595.000	5
3	Banjarmasin	22.297.500	3
4	Sampit	38.621.700	4
5	Rantau	22.297.500	3
6	Sungai Danau	39.135.500	4
7	Batulicin	36.600.000	4
8	KPP Rantau	17.035.190	2
Total		260.361.570	29

Pada tabel 4.6 diketahui jumlah permintaan Cakung sebesar 39.779.180 gram. Pengiriman melalui laut menggunakan *sea freight* dan kontainer, untuk permintaan tersebut dibutuhkan 2 kontainer untuk proses pengiriman karena 1 kontainer dapat menampung berat sebesar 20 ton. Dan untuk fuso dapat menampung berat 10 ton, sehingga dibutuhkan 4 fuso untuk proses pengiriman jalur darat.

4.2.5 Perhitungan Biaya Transportasi Existing

Biaya *existing* atau biaya pada kondisi awal dalam pendistribusian di PT United Tractor dapat dihitung berdasarkan fungsi tujuan pada persamaan 1 yang sesuai dengan kondisi perusahaan. Perhitungan biaya pengiriman *part undercarriage* model *existing* PT. United Tractor dalam satu kali pendistribusian dapat dilihat pada tabel 4.7 berikut.

Tabel 4.7 Biaya pengiriman *part undercarriage* model *existing*

No	Rute	Permintaan	Jumlah kontainer	Biaya/kontainer	Jumlah fuso	Biaya/driver		Total
1	pcp - blp - bjm - r	44.595.000	6	16.000.000	5	520.000	98600000	99600000
		12.797.500			2	200.000	400000	
		22.297.500			3	200.000	600000	
2	blp - bl	37.600.000			4	300.000	1200000	1200000
3	pcp - ckg - bjm sd	39.779.180	6		4	250.000	1000000	74200000
		9.500.000		12.000.000	1	400.000	72400000	
		39.135.500			4	200.000	800000	
4	blp - s	38.621.700			4	400.000	1600000	1600000
5	bjm - kpp	17.035.190			2	200.000	400000	400000
Total Keseluruhan								177000000

Pada tabel 4.7 menunjukkan total biaya pengiriman untuk delapan cabang PT. United Tractors, dan terdapat 5 rute yang digunakan untuk proses pengiriman *part undercarriage*. Rute pertama adalah Principal (KUI) – Balikpapan – Banjarmasin – Rantau dengan total jarak 2103,6 km. Total permintaan sebesar 117.290.000 gram *part undercarriage* yang dikirim menggunakan *sea freight* karena dari Principal (KUI) ke Balikpapan harus melewati jalur laut. Untuk proses pengiriman melalui *sea freight* menggunakan kontainer, dan membutuhkan 6 kontainer untuk pengiriman tersebut. Biaya yang diperlukan untuk pengiriman dari Principal (KUI) ke Balikpapan satu kontainernya sebesar Rp 16.000.000. Setelah sampai ke pelabuhan, pengiriman akan dilanjutkan dengan menggunakan fuso, dimana dibutuhkan 5 fuso untuk proses pengiriman ke Balikpapan, 2 fuso ke Banjarmasin dan 3 fuso ke Rantau. Biaya yang dikeluarkan untuk *driver* tiap tujuan juga berbeda, misal tujuan Balikpapan sebesar Rp 520.000/*driver*. Setelah data terpenuhi maka perhitungan dapat dilakukan, dan total biaya pengiriman model *existing* sebesar Rp 177.780.000.

4.2.6 Perhitungan Menggunakan Saving Matrix

Metode *saving matrix* adalah metode yang digunakan untuk menentukan jarak, rute, waktu dan ongkos dalam pelaksanaan pengiriman barang dari perusahaan kepada konsumen. Metode ini bertujuan agar pengiriman barang dapat dilakukan dengan cara yang

efektif dan efisien, sehingga perusahaan dapat menghemat biaya, tenaga dan waktu pengiriman (Suparjo, 2017). Langkah-langkah dalam metode *saving matrix*, sebagai berikut :

a. Mengidentifikasi Matrix Jarak

Pada langkah ini, diperlukan jarak antara gudang ke masing-masing cabang yang akan mendapat *supply*. Matrix jarak dapat dilihat pada tabel 4.5.

b. Mengidentifikasi Matrix Penghematan

Saving matrix merepresentasikan penghematan yang bisa direalisasikan dengan mengabungkan dua kosumen ke dalam satu rute. Rumus untuk mendapatkan matrix penghematan adalah :

$$S(x,y) = J(G,x) + J(G,Y) - J(x,y) \quad (8)$$

Dimana :

$S(x,y)$: Penghematan jarak yang diperoleh dengan mengabungkan rute x dan y menjadi satu.

$J(G,x)$: Jarak dari gudang ke cabang x.

$J(G,y)$: Jarak dari gudang ke cabang y.

$J(x,y)$: Jarak dari cabang x ke cabang y.

Berikut hasil perhitungan matrix penghematan berdasarkan tabel 4.5 yaitu tabel matrix jarak untuk tiap cabang PT. United Tractors.

Tabel 4.8 Perhitungan matrix penghematan (*saving matrix*)

No	Matrix	Total	No	Matrix	Total
1	s23	3456,6	15	s38	3053,6
2	s47	3454	16	s67	2318
3	s27	3377,3	17	s46	2285
4	s57	3306	18	s56	2284
5	s58	3263,6	19	s68	2284
6	s25	3205,3	20	s26	2278,5
7	s24	3189,4	21	s36	2276,3
8	s28	3187,5	22	s17	56
9	s45	3128	23	s14	22

10	s48	3124	24	s15	22
11	s78	3109	25	s16	22
12	s37	3105,1	26	s18	15
13	s34	3103,9	27	s12	14
14	s35	3083,2	28	s13	12,7

Tabel 4.8 menunjukkan hasil perhitungan matrix penghematan, dan sudah diurutkan dimulai dari nilai yang terbesar hingga yang terkecil.

- c. Mengidentifikasi Cabang ke Moda Transportasi dan Rute Berdasarkan Lokasi

Langkah dalam prosedur iterasi ini adalah emnggabungkan dua rute dengan penghematan yang terbesar menjadi satu rute yang layak. Prosedur ini dilakukan terus menerus sampai tidak ditemukan lagi kombinasi yang layak. Dalam kasus ini, semua cabang yang dilewati layak sehingga ditemukan satu rute untuk penyelesaian pengiriman *part undercarriage*.

- d. Mengurutkan konsumen ke dalam rute yang sudah terdefinisi.

Ada beberapa metode untuk pengurutan rute, tapi dalam penelitian ini peneliti akan menggunakan dua metode yaitu, metode *Nearest Neighbor* dan metode *Sequential Insertion*.

4.2.7 Perhitungan Menggunakan TSP (*Traveling Salesmen Problem*)

Traveling Salesman Problem (TSP) adalah pencarian rute perjalanan terpendek dari sejumlah kota atau tempat dengan setiap kota hanya boleh dilalui sekali dan perjalanan berakhir pada kota awal dimana ia memulai perjalanan. Pada penelitian ini akan menggunakan teknik *nearest neighbor* untuk menyelesaikan permasalahan rute distribusi PT. United Tractor. *Nearest neighbor* atau algoritma penyisipan tetangga terdekat adalah salah satu metode komputasi

yang efisien untuk masalah perutean kendaraan. Langkah penyelesaian teknik *nearest neighbor* sebagai berikut :

1. Membuat peta aliran yang menggambarkan letak-letak daerah yang akan dituju beserta jarak antar daerah. Peta aliran dan jarak tersebut dapat dilihat pada tabel 4.5 matriks data jarak. Pada tabel tersebut dijelaskan letak-letak daerah yang akan mendapatkan distribusi *part undercarriage* dan jarak masing-masing daerah.
2. Proses pengerjaan dengan melihat daerah dengan jarak terpendek. Setiap mencapai satu daerah algoritma ini akan memilih daerah selanjutnya yang belum dikunjungi dan memiliki jarak yang paling minimum. Rute dimulai dari Principal atau KUI.

Iterasi 1

Principal → Ckg = 38 km ✓
→ Blp = 1955,8 km
→ Bjm = 1547,9 km
→ R = 1727 km
→ S = 1144 km
→ Bl = 1821 km
→ KPP = 1633 km

Kemudian dipilih jarak terdekat, karena Cakung merupakan jarak paling dekat dengan Principal (KUI) maka Cakung menjadi pilihan rute pertama.

Iterasi 2

Principal – Cakung → blp = 2017,8 km
→ bjrm = 1611,2 km ✓

Cabang Banjarmasin menjadi tujuan berikutnya setelah Cakung karena harus melewati jalur laut. Untuk area coveran walaupun memiliki jarak yang dekat akan tetapi tidak bisa menggunakan jalur laut karena tidak adanya pelabuhan.

Iterasi 3

Principal – Cakung – Sampit → blp = 2839,8 km
→ bjrm = 2026,8 km ✓

$$\rightarrow sd = 2367 \text{ km}$$

$$\rightarrow r = 2186 \text{ km}$$

$$\rightarrow bl = 2488 \text{ km}$$

$$\rightarrow kpp = 2187 \text{ km}$$

Cabang Banjarmasin menjadi tujuan berikutnya yang mendapatkan *supply* setelah cabang Sampit.

Iterasi 4

Principal – Cakung – Sampit –Banjarmasin

$$\rightarrow blp = 2886,2 \text{ km}$$

$$\rightarrow sd = 2538 \text{ km}$$

$$\rightarrow r = 2286,7 \text{ km} \quad \checkmark$$

$$\rightarrow bl = 2751,8 \text{ km}$$

$$\rightarrow kpp = 2314,3 \text{ km}$$

Cabang Rantau menjadi cabang berikutnya yang mendapatkan *supply* setelah cabang Banjarmasin.

Iterasi 5

Principal – Cakung – Sampit –Banjarmasin - Rantau

$$\rightarrow blp = 3138,3 \text{ km}$$

$$\rightarrow sd = 2549,3 \text{ km}$$

$$\rightarrow bl = 2902,8 \text{ km}$$

$$\rightarrow kpp = 2319,7 \text{ km} \quad \checkmark$$

Cabang KPP Rantau menjadi cabang berikutnya yang mendapatkan *supply* setelah cabang Rantau.

Iterasi 6

Principal – Cakung – Sampit –Banjarmasin – Rantau – KPP
Rantau

$$\rightarrow blp = 3539,6 \text{ km}$$

$$\rightarrow sd = 2785,3 \text{ km} \quad \checkmark$$

$$\rightarrow bl = 3059,8 \text{ km}$$

Cabang Sungai Danau menjadi cabang berikutnya yang mendapatkan *supply* setelah cabang KPP Rantau.

Iterasi 7

Principal – Cakung – Sampit – Banjarmasin – Rantau – KPP
Rantau – Sungai Danau

→ blp = 3553,2 km

→ bl = 3152,8 km √

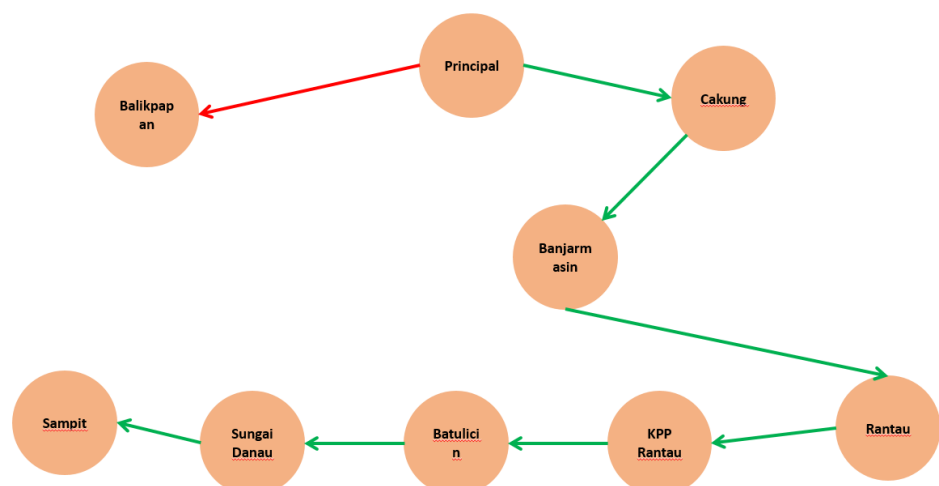
Cabang KPP Rantau menjadi cabang berikutnya yang mendapatkan *supply* setelah cabang Batulicin.

Iterasi 8

Principal – Cakung – Sampit – Banjarmasin – Rantau – KPP
Rantau – Sungai Danau – Batulicin

→ blp = 3553,3 km

Sehingga urutan pengiriman *part undercarriage* menggunakan metode *nearest neighbor* adalah Principal – Cakung – Banjarmasin – Rantau – KPP Rantau – Batulicin - Sungai Danau - Sampit, dengan total jarak tempuh 2554,3 km. Sedangkan untuk Balikpapan akan mendapatkan *supply* dari Principal (KUI). Model rute pengiriman untuk metode *Nearest neighbor* dapat dilihat pada gambar 4.3 berikut.



Gambar 4.3 Rute pendistribusian *part undercarriage*
menggunakan metode *nearest neighbor*

4.2.8 Perhitungan Menggunakan VRP (Vehicle Routing Problem)

Vehicle Routing Problem, pengembangan dari kasus *Traveling Salesman Problem*. Suatu permasalahan pengiriman atau distribusi yang melibatkan sekumpulan rute kendaraan yang berpusat pada satu depot atau lebih untuk melayani pelanggan yang tersebar diberbagai wilayah pengiriman dengan permintaan masing-masing. Pada penelitian ini akan menggunakan *Split Delivery VRP* untuk menyelesaikan permasalahan penentuan rute di PT. United Tractor.

Terdapat beberapa metode dalam penyelesaian SDVRP, salah satunya yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah *insertion heuristic*. Algoritma *sequential insertion* ini digunakan karena sangat cepat dalam memberikan solusi, mudah untuk diimplementasikan dan mudah untuk dikembangkan dalam menangani pembatas-pembatas sulit (Paillin dan Wattimena, 2015). Langkah penyelesaian yang terurut dibentuk agar menghasilkan penyelesaian SDVRP. Langkah-langkah penyelesaian SDVRP menggunakan metode *sequential insertion* sebagai berikut :

1. Menentukan data cabang yang akan didistribusikan, jumlah permintaan, kendaraan, dan matriks jarak

Data cabang yang akan mendapatkan distribusi *part undercarriage* dan jumlah permintaan dapat dilihat pada tabel 4.2. Moda transportasi yang digunakan serta jumlah yang dibutuhkan dalam proses pengiriman dapat dilihat pada tabel 4.6. Sedangkan matriks jarak ada pada tabel 4.5. Semua data yang dibutuhkan sudah tersedia dan akan dilanjutkan ke langkah berikutnya.

2. Penentuan Rute

Menentukan rute pertama ($t = 1$) dimulai dari Principal (KUI) ke cang yang akan mendapatkan distribusi kemudian kembali ke lagi ke Principal, dipilih konsumen yang paling dekat dengan Principal (KUI). Pada tabel 4.5 jarak terdekat dengan Principal (KUI) adalah cabang Cakung dengan jarak 38 km.

3. Menghitung total jarak tempuh rute

Rute dari Principal (KUI) – Cakung

Jarak tempuh = 38 km

Tabel 4.9 Matrix jarak 1

	pcp	ckg	blp	bjm	sd	r	s	bl	kpp
pcp	0	38	1956	1548	1727	1636	1144	1821	1633
ckg		0	1980	1573	1743	1652	1160	1803	1656
blp			0	47,1	493,4	386,5	821,3	399,5	401,3
bjm				0	171	100,7	415,6	263,8	127,3
sd					0	235	586	94	236
r						0	496	151	5,4
s							0	647	493
bl								0	157
kpp									0

Jarak tempuh terdekat dari Principal (KUI) adalah (pcp - ckg) maka (pcp - ckg) menjadi $t = 1$.

4. Memilih tujuan berikutnya dengan jarak tempuh terkecil dengan Principal (KUI) untuk dipilih ditugaskan ke dalam rute. Rute berikutnya adalah Banjarmasin dengan jarak 1548 km. Banjarmasin menjadi pilihan rute selanjutnya dikarenakan dari cakung ke tujuan berikutnya menggunakan armada *sea freigh* dan hanya Balikpapan dan Banjarmasin yang memiliki pelabuhan, sehingga jarak terdekat yaitu Banjarmasin emnjadi pilihan yang sesuai untuk tujuan berikutnya.

Jarak tempuh = $38 + 1547,9$
= 1585,9 km

Tabel 4.10 Matrix jarak 1

	pcp	ckg	blp	bjm	sd	r	s	bl	kpp
pcp	0	38	1955,8	1547,9	1727	1636	1144	1821	1633
ckg		0	1979,8	1573,2	1743	1652	1160	1803	1656

blp			0	47,1	493,4	386,5	821,3	399,5	401,3
bjm				0	171	100,7	415,6	263,8	127,3
sd					0	235	586	94	236
r						0	496	151	5,4
s							0	647	493
bl								0	157
kpp									0

Jarak tempuh terdekat dari Principal (KUI) adalah (pcp - bjm) maka disisipkan ke graf $t = 1$.

5. Rute berikutnya adalah Sampit, dengan jarak tempuh 1144 km.

$$\begin{aligned}\text{Jarak tempuh} &= 38 + 1547,9 + 1144 \\ &= 2729,9 \text{ km}\end{aligned}$$

Tabel 4.11 Matrix jarak 1

	pcp	ckg	blp	bjm	sd	r	s	bl	kpp
pcp	0	38	1955,8	1547,9	1727	1636	1144	1821	1633
ckg		0	1979,8	1573,2	1743	1652	1160	1803	1656
blp			0	47,1	493,4	386,5	821,3	399,5	401,3
bjm				0	171	100,7	415,6	263,8	127,3
sd					0	235	586	94	236
r						0	496	151	5,4
s							0	647	493
bl								0	157
kpp									0

Jarak tempuh terdekat dari Principal (KUI) adalah (pcp - bjm) maka disisipkan ke graf $t = 1$.

6. Rute berikutnya adalah KPP Rantau, dengan jarak tempuh 1633km.

$$\begin{aligned}\text{Jarak tempuh} &= 38 + 1144 + 1547,9 + 1633 \\ &= 4362,9 \text{ km}\end{aligned}$$

Tabel 4.12 Matrix jarak 1

	pcp	ckg	blp	bjm	sd	r	s	bl	kpp
pcp	0	38	1956	1548	1727	1636	1144	1821	1633
ckg		0	1980	1573	1743	1652	1160	1803	1656
blp			0	47,1	493,4	386,5	821,3	399,5	401,3
bjm				0	171	100,7	415,6	263,8	127,3
sd					0	235	586	94	236
r						0	496	151	5,4
s							0	647	493

bl								0	157
kpp									0

Jarak tempuh terdekat dari Principal (KUI) adalah (pcp - kpp) maka disisipkan ke graf t = 1.

7. Rute berikutnya adalah Rantau, dengan jarak tempuh 1636km.

$$\begin{aligned}\text{Jarak tempuh} &= 38 + 1144 + 1547,9 + 1633 + 1636 \\ &= 5998,9 \text{ km}\end{aligned}$$

Tabel 4.13 Matrix jarak 1

	pcp	ckg	blp	bjm	sd	R	S	bl	kpp
pcp	0	38	1956	1548	1727	1636	1144	1821	1633
ckg		0	1980	1573	1743	1652	1160	1803	1656
blp			0	47,1	493,4	386,5	821,3	399,5	401,3
bjm				0	171	100,7	415,6	263,8	127,3
sd					0	235	586	94	236
r						0	496	151	5,4
s							0	647	493
bl								0	157
kpp									0

Jarak tempuh terdekat dari Principal (KUI) adalah (pcp - r) maka disisipkan ke graf t = 1.

8. Rute berikutnya adalah Sungai Danau, dengan jarak tempuh 1727km.

$$\begin{aligned}\text{Jarak tempuh} &= 38 + 1144 + 1547,9 + 1633 + 1636 + 1727 \\ &= 7725,9 \text{ km}\end{aligned}$$

Tabel 4.14 Matrix jarak 1

	pcp	ckg	blp	bjm	sd	R	S	bl	kpp
pcp	0	38	1956	1548	1727	1636	1144	1821	1633
ckg		0	1980	1573	1743	1652	1160	1803	1656
blp			0	47,1	493,4	386,5	821,3	399,5	401,3
bjm				0	171	100,7	415,6	263,8	127,3
sd					0	235	586	94	236
r						0	496	151	5,4
s							0	647	493
bl								0	157

kpp									0
-----	--	--	--	--	--	--	--	--	---

Jarak tempuh terdekat dari Principal (KUI) adalah (pcp - sd) maka disisipkan ke graf $t = 1$.

9. Rute berikutnya adalah Batulicin, dengan jarak tempuh 1821km.

$$\begin{aligned}\text{Jarak tempuh} &= 38 + 1144 + 1547,9 + 1633 + 1636 + 1727 + \\ &1821 \\ &= 9546,9 \text{ km}\end{aligned}$$

Tabel 4.15 Matrix jarak 1

	pcp	ckg	blp	bjm	sd	R	S	bl	kpp
pcp	0	38	1956	1548	1727	1636	1144	1821	1633
ckg		0	1980	1573	1743	1652	1160	1803	1656
blp			0	47,1	493,4	386,5	821,3	399,5	401,3
bjm				0	171	100,7	415,6	263,8	127,3
sd					0	235	586	94	236
r						0	496	151	5,4
s							0	647	493
bl								0	157
kpp									0

Jarak tempuh terdekat dari Principal (KUI) adalah (pcp - bl) maka disisipkan ke graf $t = 1$.

10. Apabila semua cabang yang akan mendapat distribusi sudah dilewati rute pengiriman, maka proses pengerjaan algoritma *sequential insertion* sudah selesai. Dan jika masih ada yang belum dilewati rute dan belum mendapatkan distribusi, maka lanjut ke langkah berikutnya.
11. Pembentukan rute baru ($t = t + 1$), memasukkan cabang yang belum mendapatkan distribusi ke dalam rute yang akan dibentuk. Langkah ini tidak diperlukan karena semua cabang sudah mendapatkan rute distribusi. Balikpapan akan mendapatkan *supply* dari Principal (KUI) dikarena dilihat dari *lead time* akan lebih cepat dibandingkan harus mengikuti rute sebelumnya.

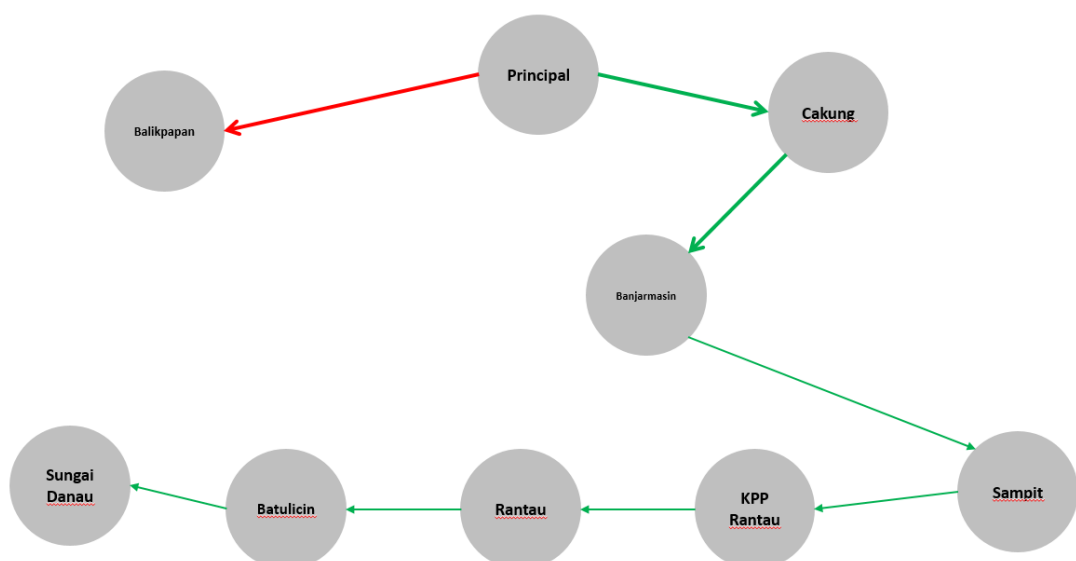
$$\text{Jarak tempuh} = 1986 \text{ km}$$

Tabel 4.15 Matrix jarak 1

	pcp	ckg	Blp	bjm	sd	R	S	bl	kpp
pcp	0	38	1956	1548	1727	1636	1144	1821	1633
ckg		0	1980	1573	1743	1652	1160	1803	1656
Blp			0	47,1	493,4	386,5	821,3	399,5	401,3
Bjm				0	171	100,7	415,6	263,8	127,3
Sd					0	235	586	94	236
R						0	496	151	5,4
S							0	647	493
bl								0	157
kpp									0

Jarak tempuh terdekat dari Principal (KUI) adalah (pcp - blp) maka menjadi graf $t = t+1$.

Berdasarkan metode *sequential insertion* maka diperoleh rute distribusi sebagai berikut, Principal (KUI) – Cakung – Banjarmasin – Sampit – KPP Rantau – Rantau – Batulicin – Sungai Danau, dengan total jarak tempuh sebesar 9546,9 km. Sedangkan rute Principal (KUI) ke Balikpapan berjarak 1955,8 km. Model rute pengiriman untuk metode *sequential insertion* dapat dilihat pada gambar 4.4 berikut.

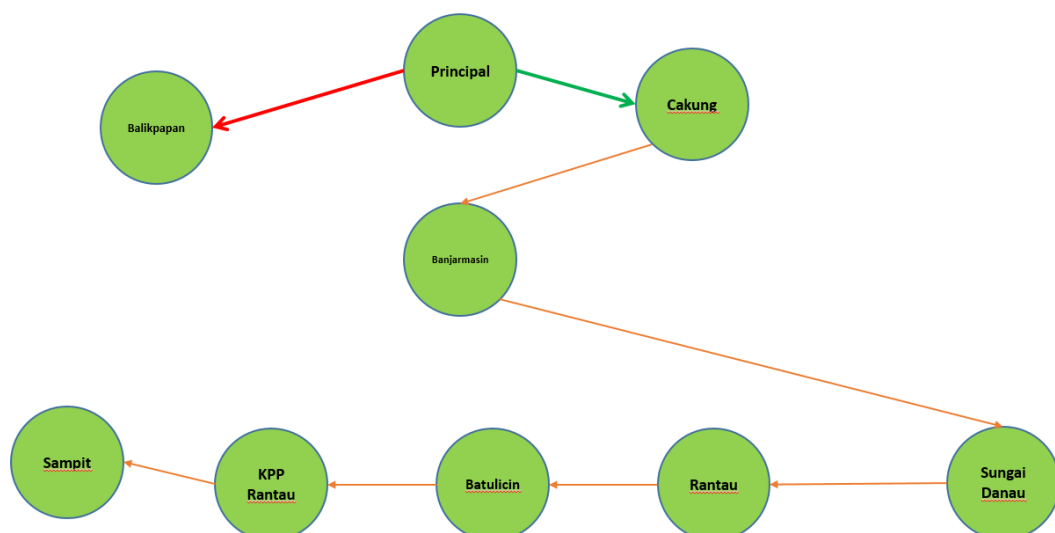


Gambar 4.4 Model rute pendistribusian *part undercarriage*
menggunakan metode *sequential insertion*

4.2.9 Perhitungan Rute Liniear Programing

Linear programming merupakan teknik pemecahan masalah yang bertujuan memaksimalkan atau meminimalkan sesuatu yang dibatasi oleh batasan tertentu. Pada penelitian ini, untuk rute pendistribusian menggunakan metode *linear programming* dilakukan secara manual tanpa menggunakan alat bantu atau *software* komputer. Rute ini diperoleh dengan mempertimbangkan *lead time* pengiriman, karena dalam penelitian ini peneliti berfokus pada pendistribusian dengan waktu pengiriman tercepat agar konsumen mendapatkan produk yang diinginkan secepatnya.

Berdasarkan *lead time* maka diperoleh tiga rute yang dapat digunakan untuk pendistribusian *part undercarriage*. Rute pertama adalah Principal (KUI) ke Cakung, rute kedua adalah Principal (KUI) ke Balikpapan, dan terakhir rute ketiga adalah Principal (KUI) ke Banjarmasin. Dimana dari Banjarmasin ini, akan diteruskan ke area coveran yaitu Rantau, KPP Rantau, Batulicin, Sungai Danau dan Sampit. Model rute pendistribusian *part undercarriage* untuk metode *linear programming* dapat dilihat pada gambar 4.5 berikut.



Gambar 4.5 Rute pendistribusian *part undercarriage* menggunakan metode *linear programming*

4.2.10 Perhitungan Biaya Pengiriman

Apabila rute sudah diperoleh, maka langkah selanjutnya adalah menghitung biaya pengiriman *part undercarriage* dari masing-masing metode. Pada metode *nearest neighbor* diperoleh satu rute dimana rute tersebut dapat langsung mengirimkan *supply part undercarriage* ke seluruh cabang berdasarkan jarak terdekat dari satu cabang ke tujuan cabang lainnya. Berikut perhitungan biaya pengiriman untuk metode *nearest neighbor* dapat dilihat pada tabel 4.17.

Tabel 4.17 Perhitungan biaya pengiriman metode *nearest neighbor*

No	Rute	Jumlah kontainer	Biaya/kontainer (Rp)	Jumlah fuso	Uang Jalan Driver (Rp)	Lead time (hari kerja)	Total (Rp)
1	pcp - blp	3	16,000,000	5	250,000	14	49,250,000
2	pcp - ckg - bjm - r - kpp - bl - sd - s			4	470,000	1	1,880,000
		10	12,000,000	3	350,000	14	121,050,000
				3	200,000	1	600,000
				3	80,000	1	240,000
				4	200,000	2	800,000
				5	200,000	1	1,000,000
				4	300,000	3	1,200,000
	Total Keseluruhan						176,020,000

Berdasarkan tabel 4.9 untuk pendistribusian dari Principal (KUI) ke Cakung hanya menggunakan fuso karena melewati jalur darat. Jumlah fuso tersebut didapatkan sesuai dengan jumlah permintaan, dan dapat dilihat pada tabel 4.6. Untuk uang jalan *driver* merupakan biaya *fixed rate* sesuai dengan tabel 4.3, dan untuk *lead time* dapat dilihat pada poin 4.3.1 di pembahasan sebelumnya. Sedangkan untuk rute dari Banjarmasin ke Sampit, Rantau, KPP Rantau, Sungai Danau, Batulicin tidak memerlukan armada *sea freight* untuk membantu pengiriman, sehingga hanya menggunakan fuso untuk proses pengiriman. Dibutuhkan 10 kontainer untuk proses pengiriman ke Balikpapan dengan biaya Rp 16.000.000 per kontainer.

Perhitungan total biaya pengiriman dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 4. Setelah dilakukan perhitungan maka diperoleh hasil total biaya pengiriman untuk metode *nearest neighbor* sebesar Rp 176.020.000. Akan tetapi, dalam penelitian ini peneliti mencari rute tercepat untuk tujuan Banjarmasin, dan dilihat dari tabel 4.9 rute dari Principal (KUI) ke Banjarmasin memerlukan waktu 15 hari kerja dan dengan total biaya pengiriman sebesar Rp 121.930.000.

Berikutnya adalah perhitungan rute yang diperoleh dari metode *sequential insertion*. Rute yang diperoleh juga hanya satu, akan tetapi memiliki sedikit perbedaan dalam urutan pendistribusian *part undercarriage*. Perhitungan biaya pengiriman untuk metode *sequential insertion* dapat dilihat pada tabel 4.18 berikut.

Tabel 4.18 Perhitungan biaya pengiriman metode *sequential insertion*

No	Rute	Jumlah kontainer	Biaya/kontainer (Rp)	Jumlah fuso	Uang Jalan Driver (Rp)	Lead time (hari kerja)	Total (Rp)
1	pcp - blp	3	16,000,000	5	250,000	14	49,250,000
2	pcp - ckg - bjm - s - kpp - r - bl - sd			4	470,000	1	1,880,000
		10	12,000,000	3	350,000	14	121,050,000
				4	200,000	3	800,000
				3	80,000	4	240,000
				3	200,000	1	600,000
				4	200,000	1	800,000
				5	300,000	1	1,500,000
	Total Keseluruhan						176,120,000

Pada tabel 4.10 dijelaskan perhitungan untuk metode *sequential insertion*. Hasil yang diperoleh tidak jauh berbeda dengan metode *nearest neighbor*. Terdapat dua rute yang bisa digunakan untuk proses pendistribusian. Untuk perhitunagn biaya pengiriman sama menggunakan persamaan 4, dan diperoleh total biaya pengiriman untuk metode *sequential insertion* sebesar Rp 176.120.000.

Metode *linear programming* adalah salah satu metode yang digunakan dalam penelitian ini, dan diperoleh hasil yaitu tiga rute pendistribusian. Perhitungan rute tersebut dapat dilihat pada tabel 4.19 berikut.

Tabel 4.19 Perhitungan rute pendistribusian metode *liear Programming*

No	Rute	Jumlah kontainer	Biaya/kontainer (Rp)	Jumlah fuso	Uang Jalan Driver (Rp)	Lead time (hari kerja)	Total (Rp)
1	pcp - ckg			4	250,000	1	1,000,000
2	pcp - blp	3	16,000,000	5	520,000	14	50,600,000
3	pcp-ckg-bjm-r-kpp-bl-sd-s	9	13,000,000	3	400,000	15	118,200,000
				3	200,000	1	600,000
				2	200,000	1	400,000
				4	200,000	1	800,000
				4	200,000	1	800,000
				4	350,000	3	1,400,000
	Total Keseluruhan						173,800,000

Pada tabel 4.11 dapat dilihat perhitungan untuk metode *linear programming* diperoleh hasil total biaya pengiriman Rp 173.800.000 dengan menggunakan tiga rute pengiriman. Akan tetapi, dalam penelitian ini fokus peneliti adalah penentuan rute dari Principal (KUI) ke Banjarmasin, dimana Banjarmasin tersebut dapat mengcover pengiriman untuk area coveran yaitu Sampit, Rantau, KPP Rantau, Batulicin dan Sungai Danau. Jika dilihat dalam tabel 4.11 maka *lead time* dari Principal (KUI) ke Banjarmasin memiliki *lead time* paling kecil dibanding metode sebelumnya, dimana metode *nearest neighbor* memerlukan waktu selama 23 hari dan metode *sequential insertion* memerlukan waktu selama 25 hari kerja.

4.3 Perbandingan Biaya, Jarak dan Lead Time

Pada sub bab ini akan menjelaskan perbandingan dari tiap-tiap perhitungan metode penelitian yang telah dibahas sebelumnya. Perhitungan prosentase biaya pengiriman *part undercarriage* PT. United Tractors dapat diformulasikan dengan persamaan 9 berikut.

$$\text{Prosentase penurunan biaya pengiriman} = \frac{\text{selisih biaya}}{\text{biaya existing}} \times 100\% \quad (8)$$

Perhitungan prosentase penurunan biaya pengiriman *part undercarriage* dengan metode *nearest neighbor* adalah :

$$\begin{aligned} \text{Prosentase} &= \frac{177.000.000 - 176.020.000}{177.000.000} \times 100\% \\ &= \frac{980.000}{177.780.000} \times 100\% \end{aligned}$$

$$= 0,0055 \times 100\%$$

$$= 0,55\%$$

Perhitungan prosentase penurunan biaya pengiriman *part undercarriage* untuk metode *sequential insertion* adalah :

$$Prosentase = \frac{177.000.000 - 176.120.000}{177.000.000} \times 100\%$$

$$= \frac{880.000}{177.780.000} \times 100\%$$

$$= 0,0050 \times 100\%$$

$$= 0,50\%$$

Perhitungan prosentase biaya pengiriman *part undercarriage* metode *linear programming* adalah :

$$Prosentase = \frac{177.000.000 - 173.800.000}{177.780.000} \times 100\%$$

$$= \frac{3.200.000}{177.780.000} \times 100\%$$

$$= 0,0181 \times 100\%$$

$$= 1,81\%$$

Perbandingan jarak dan *lead time* yang digunakan adalah perbandingan dengan tujuan ke cabang Banjarmasin, karena fokus penelitian ini adalah pendistribusian dari Principal (KUI) ke Banjarmasin. Jarak yang dibutuhkan untuk pengiriman ke Banjarmasin menggunakan metode *nearest neighbor* adalah 1711,9 km dengan *lead time* 23 hari kerja. Jarak yang perlu ditempuh untuk proses pendistribusian dari Principal (KUI) ke Banjarmasin menggunakan metode *sequential insetion* adalah 1586 km dengan *lead time* 25 hari kerja. Sedangkan menggunakan metode *linear programming* jarak yang ditempuh adalah 1585 km dengan *lead time* 22 hari kerja.

BAB 5 - KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan yang sudah dilakukan oleh peneliti, maka keluar hasil sebagai berikut:

- a. Terdapat satu rute bisa digunakan untuk pengiriman *part undercarriage* untuk masing-masing metode *nearest neighbor* dan *sequential insertion*. Dan terdapat tiga rute pendistribusian untuk metode *linear programming*.
- b. Perbandingan biaya distribusi untuk metode *nearest neighbor*, *sequential insertion* dan *linear programming* adalah 0,55%, 0,50% dan 1,81% dari biaya existing rute saat ini.
- c. Jarak yang di hasilkan dari masing-masing metode adalah *nearest neighbour* 23 hari, *sequential insertion* 25 hari dan *Linear programing* membutuhkan waktu 22 hari kerja.
- d. Jalur distribusi yang di rekomendasikan dari ketiga metode yang telah di lakukan penelitian adalah menggunakan linear programing dengan rute: Principal – Cakung – Banjarmasin – Sungai Danau – Rantau – Batulicin – KPP Rantau – Sampit.

5.2 Saran

Dalam hal ini penulis menyarankan untuk bisa di lakukann penelitian lebih lanjut dalam membuktikan efektifitas, akurasi dari metode *linear*

programming, Hal ini bertujuan untuk mencari perbandingan antara metode *nearest neighbor* dan *sequential insertion* yang diterapkan pada berbagai data dengan bantuan *software* komputer.

GLOSARIUM

Lead Time : Waktu yang di perlukan dari barang dikirim sampai barang di terima konsumen

Undercarriage : Spare parts alat berat terutama untuk unit Exacavator

DAFTAR PUSTAKA

Merujuk pada pedoman penulisan daftar pustaka.

Bowersox, C. (1981). *Introducing to Transportation*. New York: Macmillan Publishing Co, Inc.

Darfial Guslan, ST., MT., Putri Arestasari. (2015). Analisis Rute Pendistribusian Part Supplier Outhouse PT. Sugity Creatives Dengan Metode Saving Matrix. *Jurnal Logistik Bisnis*, 6.

Depdikbud. (1995). *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka.

Desrosiers, J. (n.d.). *Time constraints routing and scheduling*. *Network Routing, In: Handbook in Operations Research and Management Science eds*.

Edi Supardi, Chandra Sianturi. (2020). Saving Matrix Dalam Penentuan Rute Distribusi Premium Di Depot SPBU Bandung. *Jurnal Logistik Bisnis*, 10.

Ilyas Masudin, Muhammad Faisal Ibrahim, Gilang Yandeza. (2018).

Linear Programming Dengan R. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.

Maya Riana, Dr. Ir. Dadang Kurnia, Catur Kurniawan, Gilang Ardhi P. (2020). Perencanaan Optimasi Pendistribusian Produk Valex Folifix di PT. Valensi Cahaya Persada Dengan Metode Linear Programming Dan Nearest Neighbour Menggunakan Program Lingo. *Teknologi*, 10.

Morlok, Edward K. (1978). *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Erlangga.

P Toth, D Vigo. (2014). *"The Vehicle Routing Problem"*, Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics. Philadelphia: SIAM.

Pangestu, A. (2018). *Penyelesaian VRPTW Distribusi Tissue Galon Air Mineral PT Cool Clean Malang Menggunakan Algoritma Sweep And Milp*. Malang: Universitas Brawijaya.

Paolo Toth, Daniele Vigo. (2002). *The Vehicle Routing Problem*, Society for Industrial and Applied Mathematics. Bologna: University City Science Center Philadelphia.

Papacostas. (1987). *Fundamentals of Transportation Engineering*. Practice Hall.USA.

Sandi Martono, Harco Leslie Hendric Spits Warnars. (2020).

Penentuan Rute Pengiriman Barang Dengan Metode Nearest Neighbor. *Jurnal Pengkajian dan Penerapan Teknik Informatika*, 14.

Saragih, R. (2018). *Model Optimasi Multi Depot Vehicle Routing Problem Dengan Adanya Muat Antar*. Medan: Universitas Sumatera Utara.

Steenbrink. (1974). *Optimization of Transports Networks*.

Winardi. (1996). *Perilaku Organisasi (Organizational Behaviour)*. Bandung: Tarsito.

CURRICULUM VITAE

Eko Rizqianto Romadlon

Tempat/Tgl Lahir : Jakarta, 04 Mei 1989
Alamat : Ngawen-Klaten-Jawa Tengah
Email : rizqianto376@gmail.com
HP : 08112651790

Education

- 1995 – 2001 SDN Negeri 2 Maranggen
- 2001 – 2004 SMP Negeri 3 Jatinom
- 2004 – 2007 SMA Negeri 3 Klaten
- 2008 – 2011 Teknik Mesin D3 Universitas Sebelas Maret

Work Experience

- **2011-2012** Parts Supply Chain Head Office di PT United Tractors
- **2012-2020** Parts Supply Chain di PT United Tractors site Adaro
- **2020-Now** Parts Supply Chain di PT United Tractors cabang Banjarmasin

Work Experience

- Inventory Managemnet
- Warehouse Management
- Basic Technical Source
- Leadership Taraining