

**PENGEMBANGAN MODEL PENENTUAN RUTE UNTUK
HYBRID HUB AND SPOKE DENGAN *TIME WINDOWS***

TESIS



Oleh:

**Felix Arya Gunadi
2017881006**

Pembimbing 1:

Dr. Julius Dharma Lesmono, S.Si., S.E., M.T., M.Sc.

Pembimbing 2:

Y.M. Kinley Aritonang, Ph.D.

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK
INDUSTRI FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
2019**

PENGEMBANGAN MODEL PENENTUAN RUTE UNTUK HYBRID HUB AND SPOKE DENGAN TIME WINDOWS

Felix Arya Gunadi (NPM: 2017881006)

Pembimbing 1: Dr. J. Dharma Lesmono, S.Si., S.E., M.T., M.Sc.

Pembimbing 2: Y.M. Kinley Aritonang, Ph.D

Magister Teknik Industri

Bandung

Juni 2019

ABSTRAK

Pada masa kini persaingan perusahaan sudah semakin ketat. Agar dapat bersaing perusahaan harus memberikan pelayanan yang baik kepada konsumen. Salah satu bentuk pelayanan yang diberikan perusahaan distributor adalah distribusi. Salah satu ukuran pelayanan distribusi yang diberikan pada konsumen adalah *lead time*. Pengurangan *lead time* dapat mengakibatkan peningkatan biaya karena dapat menurunkan utilisasi kendaraan. Cara yang dapat dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan ini adalah dengan cara melakukan *freight consolidation* dan mengurangi *backhaul*. *Freight consolidation* dapat dilakukan dengan cara menggunakan jaringan *hub and spoke* dan penggabungan *inbound* dan *outbound distribution* dapat dilakukan untuk mengurangi *backhaul*.

Pada penelitian ini telah dikembangkan model penentuan rute untuk *hybrid hub and spoke* dengan *time windows*. Model ini akan menentukan rute untuk pengiriman barang ke konsumen dan pengambilan barang ke *supplier* menggunakan kendaraan yang sama sehingga dapat mengurangi *backhaul*. Model ini juga menentukan rute untuk melakukan distribusi barang ke seluruh depot dengan melakukan *freight consolidation* di *hub*. Variabel keputusan pada model ini adalah rute pengiriman ke konsumen, pengambilan barang di *supplier*, jumlah barang yang didistribusikan melalui *hub* dan *direct shipping*, dan rute distribusi barang. Model ini diimplementasikan ke dalam permasalahan hipotetik dan dilakukan analisis sensitivitas dari model yang dikembangkan.

Kata Kunci: *Hybrid Hub and Spoke, Routing Problem, Backhauling, Distribution, Time Windows, Lead Time*

ROUTING MODEL FOR HYBRID HUB AND SPOKE WITH TIME WINDOWS

Felix Arya Gunadi (NPM: 2017881006)

Advisor 1: Dr. J. Dharma Lesmono, S.Si., S.E., M.T., M.Sc.

Advisor 2: Y.M. Kinley Aritonang, Ph.D

Magister of Industrial Engineering

Bandung

June 2019

ABSTRACT

At present the company competition is getting tighter. In order to be competitive the company must provide good service to customer. One form of service provided by distributor companies is distribution. One measure of distribution services provided to consumers is lead time. Reducing lead times can result in increased costs because it can reduce vehicle utilization. This problem could be solved using freight consolidation and reducing backhaul. Freight consolidation can be done by using a hub and spoke network and a combination of inbound and outbound distribution could reduce backhaul.

In this study a route determination model for hybrid hub and spoke with time windows has been developed. This model will determine the route for shipping goods to consumers and taking goods to suppliers using the same vehicle so that it can reduce backhaul. This model also determines the route for distributing goods to all depots by conducting freight consolidation at the hub. The decision variable in this model is the route of delivery to consumers, the collection of goods at the supplier, the quantity of goods distributed through the hub and direct shipping, and the goods distribution route. This model is implemented into hypothetical problems and sensitivity analyzes of the models developed are carried out.

Keywords: Hybrid Hub and Spoke, Routing Problem, Backhauling, Distribution, Time Windows, Lead Time

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya, pengerjaan tesis yang berjudul “*PENGEMBANGAN MODEL PENENTUAN RUTE UNTUK HYBRID HUB AND SPOKE DENGAN TIME WINDOWS*” dapat diselesaikan.

Dalam kesempatan ini, penulis hendak mengucapkan rasa terima kasih pada pihak-pihak yang telah membimbing, memotivasi, mengarahkan, serta membantu penulis dalam penyusunan tesis ini, diantaranya:

1. Bapak Dr. J. Dharma Lesmono dan Bapak Y.M. Kinley Aritonang, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, perhatian, dan tenaga dalam membimbing dan memberikan masukan kepada penulis.
2. Bapak Dr. Yogi Yusuf Wibisono, S.T., M.T. dan Bapak Dr. Sugih Sudharma, S.T., M.Si. selaku dosen pembahas yang telah menyediakan waktu dan tenaga dalam memberikan masukan dan saran kepada penulis.
3. Keluarga penulis yang selalu memberikan doa, semangat, serta dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi.
4. Seluruh dosen Program Studi Magister Teknik Industri Universitas Katolik Parahyangan yang telah memberikan ilmu pengetahuan.
5. Regina Natasya yang selalu mendukung penulis dalam kondisi apapun, mendorong penulis untuk menyelesaikan penelitian ini dengan cepat

6. Adrianus Vincent yang selalu membantu dan memberikan masukan kepada penulis baik dalam melakukan penelitian ini maupun selama masa perkuliahan
7. Teman-teman MTI Unpar yang telah bersama-sama melewati masa perkuliahan, serta memberikan dukungan dalam penyelesaian tesis.
8. Semua teman, kerabat, dan pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang turut mendukung dan membantu penulis menyelesaikan tesis.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan tesis ini masih memiliki kekurangan karena adanya keterbatasan pengetahuan, waktu dan data, sehingga saran dan masukan dari pihak-pihak lain akan sangat membantu penelitian ini. Besar harapan penulis agar penelitian tesis ini dapat berguna bagi pihak-pihak lain yang membutuhkannya.

Bandung, 16 Juni 2019

Penulis

Felix Arya Gunadi, S.T.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
ABSTRAK	
<i>ABSTRACT</i>	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Perumusan Masalah	4
1.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian	8
1.4 Tujuan Penelitian	8
1.5 Manfaat Penelitian	9
1.6 Sistematika Penulisan	9
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 <i>Vehicle Routing Problem With Backhauling and Time Windows (VRPBTW)</i>	11
2.2 <i>Hybrid Hub and Spoke</i>	17
BAB 3 METODOLOGI DAN MODEL PENELITIAN	21
3.1 Metodologi Penelitian	21
3.2 Sintesa Penelitian	24
3.3 Model Penelitian	28
3.4 Notasi	29
3.5 <i>Vehicle Routing Problem With Backhaul and Time Windows</i>	31
3.6 <i>Hybrid Hub and Spoke</i>	33

BAB 4	PENERAPAN MODEL PENELITIAN	35
4.1	Model Penelitian	35
4.1.1	Notasi Model	37
4.1.2	Penjabaran Model Penelitian	39
4.2	Implementasi Model	45
4.3	Analisis Sensitivitas	52
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1	Kesimpulan	57
5.2	Saran	57
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 <i>Hub and Spoke Network</i>	6
Gambar 2.1 Contoh Solusi VRP	12
Gambar 2.2 Struktur VRPBTW	14
Gambar 2.3 <i>Hybrid Hub and Spoke Network</i>	19
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian	23
Gambar 3.2 Posisi Penelitian	28
Gambar 3.3 Representasi Model	29

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Studi Literatur VRPBTW	25
Tabel 3.2 Studi Literatur <i>Hybrid Hub and Spoke</i>	26
Tabel 4.1 Data Jarak Antar Depot dan Konsumen	46
Tabel 4.2 Data Waktu Tempuh Antar Depot dan Konsumen	46
Tabel 4.3 Data Permintaan	47
Tabel 4.4 Data Barang yan Harus Diambi	47
Tabel 4.5 Data <i>Time Windows</i>	48
Tabel 4.6 Data Waktu Pelayanan	48
Tabel 4.7 Data Jarak Antar Depot dan <i>Hub</i>	49
Tabel 4.8 Data Waktu Tempuh Antar Depot dan <i>Hub</i>	49
Tabel 4.9 Data Permintaan Perpindahan	49
Tabel 4.10 Data Batasan Waktu di depot dan <i>Hub</i>	50
Tabel 4.11 Hasil Analisis Sensitivitas	53

DAFTAR LAMPIRAN

L 1 <i>CODING</i> LINGO	63
L 2 SOLUSI	130

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai latar belakang dari penelitian yang dilakukan, identifikasi perumusan masalah, batasan masalah dan asumsi penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

1.1 Latar Belakang

Pada masa kini perekonomian telah semakin maju. Perkembangan ekonomi ini juga beriringan dengan peningkatan jumlah populasi dan perkembangan budaya konsumtif di masyarakat. Hal ini menyebabkan meningkatnya permintaan dari segi variasi dan jumlahnya. Peningkatan ini juga diiringi dengan peningkatan jumlah kompetitor.

Peningkatan jumlah kompetitor ini semakin memperketat persaingan perusahaan dalam memenuhi permintaan. Perusahaan bersaing untuk mendapatkan kepercayaan dari konsumen. Salah satu cara untuk mendapatkan kepercayaan konsumen adalah dengan memberikan pelayanan yang baik. Pelayanan yang baik akan membuat konsumen puas dan akan menumbuhkan kepercayaan konsumen terhadap perusahaan tersebut yang kemudian berdampak kepada *repeat order*. Salah satu pelayanan yang diberikan oleh perusahaan dalam bidang industri adalah distribusi.

Distribusi adalah proses perpindahan barang dari suatu titik awal menuju titik tujuan. Proses distribusi memegang peranan penting dalam perusahaan. Pada

umumnya pihak yang berkaitan dengan proses distribusi adalah distributor, pemasok, dan toko ritel. Pemasok adalah pihak yang memproduksi barang, distributor adalah pihak yang menyalurkan barang menuju ke toko ritel dan toko ritel adalah toko yang menjual barang kepada pelanggan akhir. Suatu proses distribusi yang masuk ke dalam suatu pihak disebut sebagai *inbound distribution* dan proses distribusi yang keluar menuju pihak lain disebut sebagai *outbound distribution*. Proses distribusi biasanya banyak berhubungan dengan distributor karena distributor akan mempertimbangkan *inbound distribution* dan *outbound distribution*.

Salah satu ukuran kualitas pelayanan distribusi yang diberikan kepada *customer* adalah *lead time*. Semakin singkat *lead time* pengiriman maka semakin baik kualitas pelayanan distribusi. Pengurangan *lead time* tentu dapat meningkatkan biaya. Peningkatan biaya yang terjadi berkaitan dengan penentuan rute dan utilisasi kendaraan yang menurun karena untuk menurunkan *lead time*, pengiriman tidak dapat ditunda untuk menunggu kendaraan penuh. Salah satu cara untuk menyelesaikan masalah ini adalah melakukan *freight consolidation*. *Freight consolidation* adalah proses yang menggabungkan beberapa pengiriman kecil menuju ke lokasi yang sama menjadi satu pengiriman besar (Lewis, Lagrange, Patterson Gallop, 2007). Untuk melakukan *freight consolidation* dapat digunakan *hub and spoke network*. *Hub and spoke network* adalah jaringan transportasi yang menugaskan suatu depot (*spoke*) untuk mencakup suatu area pengiriman dan pengambilan barang di sekitarnya. Depot tersebut akan dihubungkan dengan minimal satu buah *hub*.

Hub and spoke network memungkinkan penurunan biaya untuk konsolidasi namun pengiriman langsung juga masih dapat dilakukan bila jarak pengiriman dari satu depot menuju depot lain tidak terlalu jauh. *Hub and spoke network* juga memungkinkan penurunan biaya dengan meningkatkan utilisasi kendaraan yang dimiliki dengan menghilangkan *backhauling*. *Backhauling* adalah bagian dari biaya transportasi yang merugikan perusahaan ketika kendaraan kembali dalam keadaan kosong (Boonmee & Kasemset, 2015). *Backhauling* juga dapat dihilangkan dengan menggunakan kendaraan yang sama untuk melakukan *inbound distribution* dan *outbound distribution*. Memanfaatkan kekosongan kendaraan setelah melakukan pengiriman barang menuju ke pelanggan kendaraan tersebut dapat digunakan untuk mengambil barang di pemasok. Barang yang diambil dari pemasok akan didistribusikan menuju ke depot lain melalui *hub* tanpa mengeluarkan biaya yang besar.

Contoh permasalahan nyata untuk proses distribusi ini adalah proses *inbound distribution* dan *outbound distribution* dari sebuah distributor. PT X merupakan sebuah perusahaan distributor utama suatu merek suku cadang kendaraan roda 2. PT X memiliki beberapa pemasok dan toko ritel yang tersebar di berbagai lokasi, memiliki 3 buah depot yang bertanggung jawab untuk mengirimkan barang pada suatu daerah operasi yang ditugaskan ada depot tersebut. PT X menggunakan armada khusus untuk mengirimkan barang ke konsumen dan menjemput barang di *supplier*. Kasus pada PT X merupakan salah satu contoh nyata permasalahan dari perusahaan distributor di Indonesia dan harus diselesaikan. Penggabungan rute pengiriman dan pengambilan barang ke *supplier* dengan armada yang sama dapat mengurangi jumlah kendaraan dan menghilangkan

backhaul (Gupta, 2013) dan penggunaan *hub* sebagai titik konsolidasi dapat meningkatkan utilisasi kendaraan dan mengurangi biaya (Zhang, Wu & Liu, 2007). Apabila pada kasus ini digunakan model penentuan rute yang menentukan rute pengiriman dan pengambilan barang dengan armada yang sama dan digunakan *hub and spoke* untuk distribusi barang ke depot lain tentu biaya dapat berkurang dan utilisasi kendaraan dapat meningkat. Utilisasi kendaraan akan meningkat karena barang dari pemasok dapat diambil setelah melakukan pengiriman barang pada toko ritel. Penggunaan *hub* dapat mengurangi biaya transportasi dan meningkatkan utilisasi kendaraan sehingga *lead time* pengiriman yang pendek dapat dicapai tanpa peningkatan biaya yang signifikan.

Aplikasi konsolidasi menggunakan *hub and spoke network* dan meningkatkan utilisasi kendaraan dengan menghilangkan *backhauling* dapat diterapkan di dunia nyata. Dengan menerapkan solusi ini perusahaan dapat mengurangi biaya operasional dan tetap kompetitif karena dapat mempertahankan layanan yang diberikan kepada konsumen.

1.2 Identifikasi Perumusan Masalah

Permasalahan distribusi merupakan salah satu permasalahan utama dalam industri dan berkaitan erat dengan manajemen rantai pasok. Biaya transportasi memiliki kontribusi sekitar 5% dari total *revenue* (Tompkins & Ferrel, 2011). Pembuatan model transportasi yang lebih efisien memungkinkan penurunan biaya. Pembuatan model untuk menentukan rute pengiriman dan pengambilan barang, rute untuk melakukan *transshipment* dan keputusan pengiriman melalui *hub and spoke network*

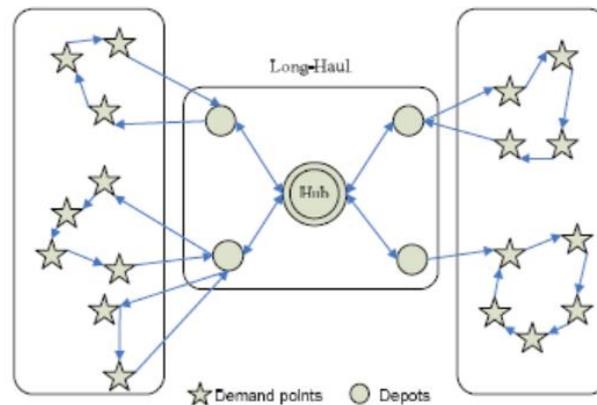
atau *direct shipping* untuk sistem distribusi *hub and spoke* dapat mengurangi biaya yang dikeluarkan.

Penelitian untuk menentukan rute pengiriman barang sudah banyak dilakukan dan biasa disebut sebagai *Vehicle Routing Problem* (VRP). Penelitian tersebut telah dikembangkan hingga mempertimbangkan *backhaul* dan *time windows* dengan sebutan VRPBTW (Gupta, 2013). VRPBTW menentukan rute pengiriman barang dan pengambilan barang dengan mempertimbangkan batasan operasional yaitu *time windows*. *Time windows* menggambarkan batas waktu dimana kendaraan harus datang pada lokasi sebelum waktu yang ditentukan. Dalam VRPBTW terdapat batasan bahwa pengambilan barang hanya dapat dilakukan bila pengiriman barang telah selesai dilakukan dengan mempertimbangkan *feasibility* di lapangan mengenai proses bongkar muat.

Barang yang diambil dari pemasok kemudian akan didistribusikan ke depot lain dengan cara melakukan *transshipment*. Zhang et. al (2007) telah memodelkan *routing* untuk menentukan rute distribusi untuk *hybrid hub and spoke network* dimana model ini memungkinkan 2 jenis pengiriman dengan cara pengiriman langsung atau melalui *hub and spoke network*. Pengiriman secara langsung memungkinkan suatu depot mengirimkan barang langsung menuju ke depot lain tanpa melalui *hub* bila jarak antar depot lebih dekat dibandingkan melalui *hub* dan volume pengiriman cukup besar. Pengiriman melalui *hub and spoke network* akan lebih ekonomis untuk pengiriman dengan volume yang kecil karena adanya konsolidasi pada *hub*. Model yang dibuat oleh Zhang et.al (2007) juga memungkinkan pengiriman menggunakan kendaraan dengan kapasitas yang

berbeda-beda namun masih belum mempertimbangkan batasan waktu.

Representasi dari jaringan *hub and spoke* dapat dilihat di Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Hub and Spoke Network

Sumber : Zhang et.al (2007)

Penentuan rute tidak hanya mempertimbangkan biaya, *feasibility* terhadap batasan waktu juga harus dipertimbangkan sehingga *lead time* pengiriman menuju ke *customer* tidak terpengaruhi, Untuk mengakomodasi penentuan rute yang mempertimbangkan memastikan *lead time* pengiriman yang diinginkan dapat dicapai maka perlu dikembangkan batasan waktu yang *feasible* terhadap jadwal pengiriman. Batasan waktu tersebut juga akan mempertimbangkan waktu bongkar muat dan waktu penyortiran barang di *hub* dan depot yang nilainya dapat bervariasi sesuai dengan jumlah dus yang diangkut oleh kendaraan.

Pada penelitian ini akan dibuat model berdasarkan suatu permasalahan yaitu sebuah perusahaan distributor yang memiliki *hub and spoke network*. Perusahaan tersebut harus mengirimkan barang ke pelanggan dan mengambil barang dari *supplier* serta mendistribusikannya ke seluruh *depot* yang dimiliki. Untuk proses *inbound distribution* akan dilakukan setelah proses *outbound distribution*

dilakukan, serta pendistribusian barang ke depot lain akan menggunakan pengiriman langsung dan *hub and spoke network* dimana pada setiap pengiriman barang selain mengirimkan barang ke depot, kendaraan juga akan mengambil barang dari depot untuk dikirimkan ke depot lain atau dikirimkan ke *hub*.

Pada permasalahan ini baik di *hub* maupun depot memiliki jadwal keberangkatan kendaraan. Supaya barang yang didistribusikan ke depot dapat dikirim ke konsumen pada esok hari kendaraan harus datang di *hub* maupun depot sebelum batas waktu yang ditentukan. Batas waktu yang ditentukan di *hub* dapat berubah sesuai dari jumlah dus yang akan dikirim melalui *hub*. Semakin banyak barang yang dikirimkan ke *hub* maka batas waktu akan semakin maju.

Hybrid hub and spoke dan VRPBTW merupakan permasalahan yang tidak baru dan telah banyak dilakukan pada penelitian sebelumnya. Berdasarkan riset yang dilakukan, belum ada yang membuat model yang menggabungkan *hybrid hub and spoke* dan VRPBTW, terutama untuk menggunakan batasan *time windows* yang mempertimbangkan waktu bongkar dan waktu sortir pada *hub* dan depot. Oleh karena itu pada tesis ini akan dikembangkan suatu model yang menggabungkan antara VRPBTW dan *hybrid hub and spoke* dengan mempertimbangkan *time windows* yang mempertimbangkan waktu bongkar muat dan waktu penyortiran sehingga perusahaan dapat memiliki biaya yang rendah dengan *lead time* yang sesuai. Biaya disini adalah biaya transportasi dan biaya penggunaan kendaraan. Perumusan masalah yang dibuat berdasarkan penjelasan di atas adalah Bagaimana model matematika untuk *inbound* dan *outbound distribution* dengan *hybrid hub and spoke model* yang mempertimbangkan batasan *time windows* bila perusahaan menghadapi kasus serupa?

1.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian

Pada tesis ini ruang lingkup masalah akan dibatasi sehingga penelitian tetap fokus pada inti permasalahan dan tujuan yang ingin dicapai. Beberapa batasan masalah yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Jumlah *hub* yang digunakan dalam penelitian ini hanya satu.
2. Biaya yang akan digunakan sebagai ukuran performansi berfokus pada biaya bahan bakar (bergantung pada jarak) dan biaya penggunaan truk.
3. Antrian bongkar dan muat tidak diperhitungkan

Selain batasan masalah dibutuhkan juga asumsi dalam penelitian ini. Asumsi bertujuan untuk menyederhanakan masalah yang diteliti. Beberapa asumsi yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Permintaan yang dihadapi bersifat deterministik.
2. Waktu bongkar muat dan penyortiran barang per dus bersifat deterministik.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mencapai beberapa tujuan. Tujuan dari penelitian ini adalah Merumuskan model matematika untuk mencari rute yang menggabungkan *inbound distribution* dan *outbound distribution* serta menggunakan *hybrid hub and spoke* ketika perusahaan diharuskan untuk mengurangi biaya distribusi secara keseluruhan

1.5 Manfaat Penelitian

Terdapat beberapa manfaat yang didapat dari penelitian ini. Berikut merupakan penjelasan dari manfaat yang didapat.

1. Untuk Penulis

Penulis dapat memberikan model untuk menyelesaikan permasalahan transportasi yang ada di dunia nyata. Selain itu penulis juga dapat berkontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan dalam bentuk nyata

2. Untuk Pembaca

Penulisan tesis ini dapat menambah pengetahuan pembaca sehingga dapat dijadikan referensi dalam melakukan pengembangan penelitian di bidang distribusi.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan penelitian ini dibagi dalam 5 bagian. Berikut adalah sistematika penulisan penelitian

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab pendahuluan ini berisi mengenai latar belakang masalah, identifikasi dan perumusan masalah, pembatasan dan asumsi penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab tinjauan pustaka ini berisikan teori yang berhubungan untuk penyelesaian penelitian ini, seperti model VRPBTW dan *hybrid hub and spoke* yang merupakan model dasar yang digunakan dalam penelitian ini

BAB 3 METODOLOGI DAN MODEL PENELITIAN

Bab ini berisikan langkah-langkah penelitian ini dilakukan.

Pada bab ini juga terdapat sintesa penelitian yang digunakan untuk menggambarkan posisi penelitian yang dilakukan dengan penelitian yang pernah dilakukan

sebelumnya dan model penelitian yang menggambarkan model dari penelitian yang dilakukan.

BAB 4 PENGEMBANGAN DAN PENERAPAN MODEL PENELITIAN

Pada bab ini akan berisi rancangan model penentuan rute pengiriman barang ke konsumen dan penjemputan barang di *supplier* kemudian pendistribusian barang menuju ke depot lainnya. Implementasi permasalahan untuk memvalidasi model matematis dan diakhiri dengan analisis sensitivitas terhadap model juga dijelaskan dalam bab ini.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab kesimpulan dan saran ini akan berisi kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini, serta saran yang dapat diberikan untuk keperluan penelitian selanjutnya