

## USULAN PENENTUAN RUTE DALAM PENDISTRIBUSIAN BBM BERSUBSIDI (PREMIUM) PADA PT. PERTAMINA TBBM WAYAME AMBON KE SPBU DI PULAU AMBON DENGAN PENDEKATAN *Vehicle Routing Problem*

**Pius Nusmesse**

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura, Ambon

**A. Rahawarin**

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura, Ambon

**D.B. Paillin**

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura, Ambon

### ABSTRAK

*BBM (Premium) Bersubsidi didistribusi dari PT. Pertamina TBBM Wayame menuju ke 8 SPBU di pulau Ambon menggunakan mobil khusus untuk mengangkut bahan bakar tersebut. Setiap mobil dapat melakukan lebih dari 1 trip atau rute dalam 1 horizon perencanaan. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode vehicle routing problem (VRP) untuk menentukan rute kendaraan untuk distribusi BBM tersebut. Berdasarkan hasil penelitian kami temukan bahwa algoritma clarke & wright saving dan sequential insertion sama-sama menghasilkan 4 kendaraan atau 4 tur untuk kendaraan dengan kapasitas 10 ton. Total waktu durasi untuk Algoritma clarke & wright saving (1.06 jam) lebih baik dari algoritma sequential insertion dibandingkan (25.59 jam). Sementara itu, untuk kendaraan dengan kapasitas muat 5 ton ditemukan bahwa Algoritma clarke & wright saving dan sequential insertion sama-sama menghasilkan 7 kendaraan atau 7 tur untuk kendaraan dimana total waktu durasi untuk Algoritma clarke & wright saving lebih baik dari algoritma sequential insertion yaitu sebesar 1.42 jam dibandingkan dengan 1.68 jam.*

**Kata Kunci :** *BBM, Vehicle Routing Problem, Rute Kendaraan.*

### ABSTRACT

*Distribution of subsidy BBM (Premium) from PT. Pertamina TBBM Wayame to SPBUs in Ambon Island is using special car to load this BBM. Each car can travel more than one trip or route in one planning horizon. This research is performed utilizing vehicle routing problem (VRP) to determine car route to distribute BBM. Based on result, we found that both Clarke & Wright saving algorithm and sequential insertion algorithm produce 4 vehicles or 4 tours for a 10 tons vehicle. Total duration of Clarke & Wright saving algorithm (1.06 hours) is better than sequential insertion algorithm (25.59 hours). For a 5 tons vehicle, both algorithms provide same result (7 cars or 7 tours of each car) while total duration of Clarke & Wright saving algorithm (1.42 hours) is still better than sequential insertion algorithm (1.68 hours).*

**Keywords:** *BBM, Vehicle Routing Problem, Car Route*

### PENDAHULUAN

Tujuan dari penentuan rute distribusi ini adalah mengoptimalkan jarak tempuh penggunaan kendaraan yang digunakan untuk proses pendistribusian BBM demi memenuhi permintaan BBM dari pihak SPBU, dan penghematan lama waktu pengiriman produk ke konsumen, serta proses distribusi dapat berjalan dengan optimal. sehingga dapat mempertahankan dan meningkatkan citra layanan perusahaan di mata para konsumennya selain itu didapat keuntungan yang maksimal dan biaya transportasi juga merupakan salah komponen utama dalam struktur biaya logistic total. Stock dan Lambert ( 2001) menyatakan bawah 60% dari biaya loistik total adalah biaya transportasi. Penciptaan efisiensi tranportasi dapat memberikan kontribusi pada penurunan biaya logistic total. Salah satu permasalahan trasportasi adalah penentuan rute kendaraan dan jadwal kendaraan yang secara umum dikenal dengan istilah penentuan rute kendaraan *VRP (Vehicle Routing Problem)*.

Saat ini telah tersedia 8 SPBU di pulau ambon yaitu SPBU (Wayame), SPBU (Passo), SPBU (Tulehu), SPBU (Latteri), SPBU (Halong), SPBU (Kebun Cengke), SPBU (Blakan Kota) dan SPBU (Pohon Pule), yang mendapatkan BBM bersubsidi dari PT. Pertamina TBBM Wayame. Saat ini jumlah kendaraan yang digunakan untuk pendistribusian BBM adalah 11 mobil dengan kapasitas muat BBM (premium ) yang beragam, meliputi 5 ton (4 unit).dan 10 ton (7 unit). Frekuensi pasokan harian adalah lebih dari satu kali mengingat jumlah rata-rata permintaan BBM bersubsidi dari SPBU khususnya premium berkisar antara 25-50 ton. kemampuan sekali pasok adalah 5-10 ton (kapasitas muat mobil). Selain itu waktu pasokan hanya dalam interval 7 jam per hari (pukul 08.00 – 12.00 WIT, istirahat pukul 12.00 – 13.00 WIT), sedangkan waktu pasokan yang diminta oleh konsumen telah ditentukan. Dengan demikian, sangat diperlukan skenario distribusi berdasarkan pertimbangan multi faktor untuk menetapkan rencana distribusi BBM ke SPBU yang lebih efektif dan efisien.

Merespon hal diatas, PT. Pertamina menggunakan pendekatan pembagian kendaraan yang akan digunakan untuk melayani permintaan BBM ke SPBU, namun masih belum optimal karena masi belum terpenuhinya permintaan dari beberapa SPBU dalam 1 hari yang harus dipenuhi oleh PT. Pertamina TBBM wayame. Sedangkan dari pihak Pertamina dibatasi oleh waktu kerja yang hanya 7 jam serta kapasitas angkutan BBM adalah 5 dan 10 ton maka dirasa perlu adanya usulan penentua rute dalam pendistribusian BBM bersubsidi (Premium) ke SPBU di pulau ambon dan juga pengaturan kendaraan yang tetap.

Tujuan dari penelitian ini adalah tujuan untuk, mendapatkan penentuan rute dalam mengoptimalkan kendaraan untuk proses pendistribusian BBM bersubsidi dari PT. Pertamina TBBM Wayame ke SPBU-SPBU di pulau ambon.

## LANDASAN TEORI

### *Vehicle Routing Problem (VRP)*

*Vehicle Routing Problem (VRP)* merupakan permasalahan dalam sistem distribusi yang bertujuan untuk membuat suatu rute yang optimal, untuk sekelompok kendaraan yang diketahui kapasitasnya, agar dapat memenuhi permintaan *costumer* dengan lokasi dan jumlah permintaan yang telah diketahui. Suatu rute yang optimal adalah rute yang memenuhi berbagai kendala operasional, yaitu memiliki total jarak dan waktu perjalanan yang ditempuh terpendek dalam memenuhi permintaan *costumers* serta menggunakan kendaraan dalam jumlah yang terbatas (Rahmi dan Murti, 2013).

Solusi dari sebuah VRP yaitu sejumlah rute pengiriman kebutuhan pelanggan dimana kendaraan berangkat dari depot menuju pelanggan dan kembali lagi ke depot. VRP pertama kali dipelajari oleh Dantzig dan Ramser pada tahun 1959 dalam bentuk rute dan penjadwalan truk. Pada tahun 1964, Clarke dan Wright kemudian melanjutkan penelitian ini dan berhasil menciptakan sebuah metode yaitu *Saving Algorithm*. Seiring dengan perkembangan dunia industri maka sejak saat itu perkembangan mengenai VRP terus berkembang karena memegang peranan yang penting dalam proses pendistribusian pada dunia industri (Indra dkk, 2014). Berikut ini adalah karakteristik dari permasalahan dalam VRP yaitu :

1. Perjalanan kendaraan berawal dan berakhir dari dan ke depot awal.
2. Ada sejumlah tempat yang semuanya harus dikunjungi dan dipenuhi permintaannya tepat satu kali.
3. Jika kapasitas kendaraan sudah terpakai dan tidak dapat melayani tempat berikutnya, kendaraan dapat kembali ke depot untuk memenuhi kapasitas kendaraan dan melayani tempat berikutnya, dan
4. Tujuan dari permasalahan ini adalah meminimumkan total jarak tempuh kendaraan dengan mengatur urutan tempat yang harus dikunjungi beserta kapan kembalinya kendaraan untuk mengisi kapasitasnya lagi.

Ada empat tujuan umum VRP yaitu sebagai berikut :

1. Meminimalkan biaya transportasi global, terkait dengan jarak dan biaya tetap yang berhubungan dengan kendaraan
2. Meminimalkan jumlah kendaraan yang dibutuhkan untuk melayani semua konsumen
3. Menyeimbangkan rute, untuk waktu perjalanan dan muatan kendaraan
4. Meminimalkan penalti akibat pelayanan yang kurang memuaskan dari konsumen.

VRP adalah sebuah model kombinatorial dengan basisnya adalah sisi dari graf  $G (V, E)$ .

Notasi-notasi yang digunakan :

$$1) V = \{v_0, v_1, \dots, v_n\}$$

Adalah himpunan simpul dimana sebuah depot ada pada  $v_0$  dan  $V' = V / \{v_0\}$  adalah himpunan sejumlah kota.

$$2) A = \{(v_i, v_j) / v_i, v_j \in V\}; i \neq j$$

Adalah sebuah 'arc set'

- 3)  $C$  adalah sebuah matriks dari biaya atau jarak non-negatif  $C_{ij}$  antara  $customer v_i$  dan  $v_j$ .
- 4)  $d$  adalah vektor *demand customer*.
- 5)  $R_i$  adalah rute untuk kendaraan  $i$ .
- 6)  $m$  adalah jumlah kendaraan. Satu rute untuk tipe kendaraan.

Jika  $C_{ij} = C_{ji}$  untuk semua  $v_i, v_j \in A$  maka dikatakan simetris dan umumnya  $A$  digantikan dengan himpunan sisi :  $E = \{(v_i, v_j) / v_i, v_j \in V; i < j\}$ . Dengan tiap simpul  $V$  berhubungan dengan jumlah barang yang akan diantar satu kendaraan  $q_i$ . Agar perhitungan menjadi mudah, dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$b(V) = \sum_{v \in V} d / C$$

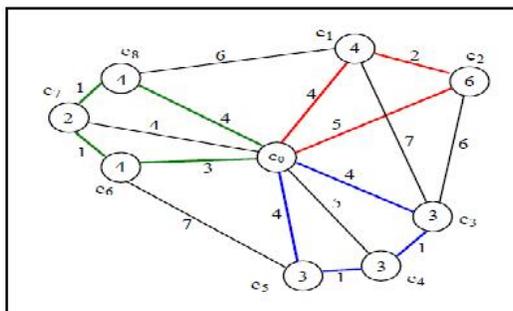
untuk menghitung batas minimum jumlah kendaraan yang dibutuhkan untuk melayani pelanggan dalam himpunan  $V$ .

Kita juga harus memperhitungkan waktu pelayanan (waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan semua muatan) yang dibutuhkan satu kendaraan untuk menurunkan sejumlah  $q_i$  pada  $v_i$ . Perlu diingat bahwa total waktu untuk rute kendaraan manapun (waktu perjalanan ditambah waktu pelayanan) tidak diperkenankan melewati batas yang diberikan atau  $D$ . Maka, biaya,  $C_{ij}$ , diambil dari:

- a) Partisi  $R_1, \dots, R_m$  dari  $V$ .
- b) Permutasi  $i$  dari  $R_i \cup O$  yang menunjukkan urutan pelanggan di rute  $i$ .

Sementara itu, biaya untuk rute ( $R_i = \{V_0, V_1, \dots, V_m + 1\}$ , dimana  $v_i \in V$  dan  $v_0 = v_{m+1} = O$  (0 menunjukkan depot) dihitung dengan rumus:  $C(R_i) = \sum_{i=0}^m C_{i,i+1} + \sum_{i=0}^m \delta_i$

Sebuah rute  $R_i$  dianggap layak jika kendaraan berhenti tepat satu kali untuk setiap pelanggan dan total waktu yang dibutuhkan tidak melebihi batas yang sudah ditentukan atau  $D$  atau  $C(R_i) \leq D$ . Terakhir, biaya untuk solusi masalah S adalah :  $F_{VRP}(S) = \sum_{i=1}^m C(R_i)$ . Perhitungan yang telah dijelaskan dapat dipakai untuk VRP secara umum. Tetapi jika ada faktor-faktor sampingan yang muncul, penyelesaian VRP akan mendapat sedikit perubahan (Neo.lcc, 2007).



Gambar Representasi untuk Solusi VRP

**Metode Clarke & Wright Savings**

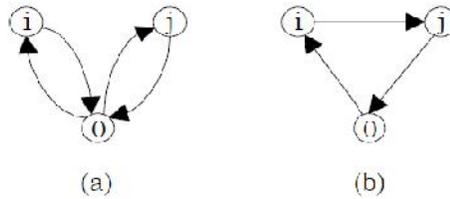
Pada tahun 1964, Clarke dan Wright mempublikasikan sebuah algoritma sebagai solusi permasalahan dari berbagai rute kendaraan, yang sering disebut sebagai permasalahan klasik dari rute kendaraan (*the classical vehicle routing problem*). Algoritma ini didasarkan pada suatu konsep yang disebut konsep *savings*.

Algoritma ini dirancang untuk menyelesaikan masalah rute kendaraan dengan karakteristik sebagai berikut. Dari suatu depot barang harus diantarkan kepada pelanggan yang telah memesan. Untuk sarana transportasi dari barang-barang ini, sejumlah kendaraan telah disediakan, di mana masing-masing kendaraan dengan kapasitas tertentu sesuai dengan barang yang diangkut. Setiap kendaraan yang digunakan untuk memecahkan permasalahan ini, harus menempuh rute yang telah ditentukan, memulai dan mengakhiri di depot, di mana barang-barang diantarkan kepada satu atau lebih pelanggan.

Permasalahannya adalah untuk menetapkan alokasi untuk pelanggan diantara rute-rute yang ada, urutan rute yang dapat mengunjungi semua pelanggan dari rute yang ditetapkan dari kendaraan yang dapat melalui semua rute. Tujuannya adalah untuk menemukan suatu solusi yang meminimalkan total pembiayaan kendaraan. Lebih dari itu, solusi ini harus memuaskan batasan bahwa setiap pelanggan dikunjungi sekali, di mana jumlah yang diminta diantarkan, dan total permintaan pada setiap rute harus sesuai dengan kapasitas kendaraan.

Algoritma *savings* adalah sebuah algoritma heuristik, dan oleh karena itu tidak menyediakan sebuah solusi yang optimal untuk problem tertentu. Metode ini, bagaimanapun juga sering menghasilkan solusi yang baik. Yang merupakan suatu solusi yang sedikit berbeda dari solusi optimal. Dasar dari

konsep penghematan ini untuk mendapatkan penghematan biaya dengan menggabungkan dua rute menjadi satu rute yang digambarkan pada Gambar 2.8, titik 0 adalah depot (Christian, 2011).



Ilustrasi Konsep Penghematan

Algoritma metode Clarke & Wright Saving diselesaikan dengan langkah sebagai berikut (Clark and Wright, 1964) :

1. Mendaftar jumlah kapasitas maksimum kendaraan yang tersedia dan alokasi kendaraan yang digunakan untuk pengiriman barang ke *customer*, mengasumsikan bahwa setiap node permintaan pada rute awal dipenuhi secara individual oleh suatu kendaraan secara terpisah. Dimana setiap node membentuk rute tersendiri yang dilayani oleh kendaraan yang berbeda.
2. Membuat matriks jarak yaitu matriks jarak antardepot dengan node dan jarak antar node. Pengukuran jarak dari node A ke B sama dengan jarak dari node B ke A sehingga matriks jarak ini termasuk matriks *symmetric*. Bentuk umum matriks jarak ini dapat dilihat pada tabel 2.1.

.Bentuk Umum Matriks Jarak

	P <sub>0</sub>					
P <sub>0</sub>	0					
P <sub>1</sub>		0	P <sub>1</sub>			
P <sub>i</sub>	C <sub>0i</sub>		0	...		
...				0	P <sub>j</sub>	
P <sub>j</sub>			C <sub>ij</sub>		0	...
...						0
P <sub>n</sub>						0

Dimana :

P<sub>0</sub> = depot

P<sub>i</sub> = node ke *i*

P<sub>j</sub> = node ke *j*

C<sub>0i</sub> = jarak dari depot ke node *i* = jarak dari node *i* ke depot

C<sub>ij</sub> = jarak dari node *i* ke node *j* = jarak dari node *j* ke node *i*

3. Menghitung nilai penghematan (*S<sub>i,j</sub>*) berupa jarak tempuh dari suatu kendaraan yang menggantikan dua kendaraan untuk melayani node *i* dan *j*.

$$S_{i,j} = C_{0i} + C_{0j} - C_{ij}$$

C<sub>0i</sub> = jarak dari depot ke node *i*

C<sub>ij</sub> = jarak dari node *i* ke node *j*

S<sub>ij</sub> = nilai penghematan jarak dari node *i* ke node *j*

Nilai penghematan (*S<sub>i,j</sub>*) adalah jarak yang dapat dihemat jika rute *o-i-o* digabungkan dengan rute *o-j-o* menjadi rute tunggal *o-i-j-o* yang dilayani oleh satu kendaraan yang sama.

4. Membuat matriks penghematan, dimana bentuk umum dari matriks penghematan yang dikembangkan oleh *Clarke* dan *Wright* dapat dilihat pada tabel 2.2.

Bentuk Umum Matriks Penghematan

Q	P <sub>0</sub>					
	0	P <sub>1</sub>				
		0	P <sub>1</sub>			
...	C <sub>0i</sub>		0	...		
q <sub>i</sub>			t <sub>ij</sub> s <sub>ij</sub>	0	P <sub>j</sub>	
q <sub>j</sub>					0	...
...						0
q <sub>n</sub>						0

Dimana:

$q_i$  = permintaan node ke- $i$

$q_j$  = permintaan node ke- $j$

$P_o$  = depot

$P_i$  = node ke  $i$

$P_j$  = node ke  $j$

$S_{ij}$  = nilai penghematan jarak dari node  $i$  ke node  $j$

Nilai-nilai dalam  $t_{ij}$  menentukan apakah kombinasi  $P_i$  dengan  $P_j$  berada dalam satu rute. Petunjuk ini mempunyai nilai-nilai berikut:

$t_{ij} = 0$ , jika node tidak dihubungkan oleh satu rute kendaraan

1, jika dua node dihubungkan pada satu rute kendaraan

2, jika node dilayani tersendiri oleh satu kendaraan

Pemasukan (*entries*)  $t_{ij}$  tidak ditunjukkan dalam matriks penghematan, pada awalnya tetapkan  $t_{ij} = 2$ , yang berarti bahwa satu kendaraan dipakai untuk melayani masing-masing node. Pada tahap ini proses berulang itu digerakkan sampai masing-masing matriks penghematan itu dievaluasi untuk perbaikan rute lebih lanjut. Prosedur ini adalah untuk mencari penghematan terbesar dari matriks itu berdasarkan kondisi yang berikut untuk setiap sel ( $i, j$ ):

a.  $t_{i,o}$  dan  $t_{j,o} = 0$

b.  $P_i$  dan  $P_j$  belum dialokasikan pada jalur kendaraan yang sama

c. Memperbaiki matriks penghematan, dengan memindahkan kendaraan-kendaraan yang dialokasikan pada muatan  $q_i$  dan  $q_j$  serta menambah sebuah kendaraan untuk menutup muatan  $q_i$  dan  $q_j$  tidaklah menyebabkan kendaraan-kendaraan yang tersedia dalam setiap kolom dari matriks penghematan.

Memilih sebuah sel dimana 2 rute yang dapat dikombinasikan menjadi satu rute tunggal. Sebuah nilai dari  $t_{i,j} = 1$  ditempatkan dalam sel itu, dan semua nilai  $t_{i,j}$  disesuaikan sedemikian rupa sehingga jumlah  $t_{i,j}$  sepanjang suatu baris dan  $t_{i,j}$  ke bawah kolom dimana  $i = j$ , adalah selalu sama dengan 2. Apabila  $t_{j,o} = 0$ , pasanglah  $q_j = 0$  dan buatlah  $q_j$  sama dengan total muatan pada rute itu untuk semua  $j$  yang lain. Prosedur ini berakhir apabila tidak ada lagi kemungkinan konsolidasi lebih lanjut.

## METODE PENELITIAN

### Tempat Penelitian

Lokasi penelitian bertempat di Jl. Putuhena PT. PERTAMINA (PERSERO) TERMINAL BBM WAYAME. yang berlokasi di desa Wayame, Kecamatan Teluk Ambon, Profinsi Maluku

### Variabel Penelitian

Adapun variabel penelitian merupakan atribut-atribut penelitian yang sangat berpengaruh terhadap distribusi BBM bersubsidi (Premium) ke SPBU secara optimal. Adapun variabel-variabel penelitian yaitu sebagai berikut :

1. Kapasitas Tangki Timbun dari masing-masing SPBU di pulau Ambon.
2. Jumlah Truk pengangkut BBM berjenis Premium
3. Matriks jarak antar SPBU ke SPBU.
4. Kapasitas Mobil (5000) ton dan (10000) ton
5. Jumlah Tour
6. Data konsumsi BBM bersubsidi (Premium) per bulan dan per hari dari VIII SPBU di pulau ambon

### Metode Pengumpulan Data

Adapun metode pengumpulan data di lakukan seperti berikut :

#### 1. Studi Pustaka.

Studi pusta merupakan cara yang dilakukan penulis untuk mendapatkan pengetahuan dalam menganalisis dan mengelola data yang didapat dari sumber-sumber informasi yang terpercaya seperti *Buku jurnal dll*, yang menurut penulis relevan serta berkaitan dengan masalah yang di teliti.

#### 2. Penelitian Lapangan.

Penelitian lapangan dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh data primer ataupun sekunder yang diperoleh dengan turun langsung ke lapangan atau objek yang diteliti.

### Metode Analisa Data

Adapun metode yang digunakan dalam menganalisis data-data yang diperoleh untuk mendapatkan rute yang optimal dalam proses pendistribusian BBM ke SPBU di pulau ambon adalah dengan menggunakan pendekatan VRP (*Vehicle Routing Problem*)

Berikut adalah langkah-langkah yaitu:

- 1) Mengidentifikasi system pendistribusian BBM ke SPBU. Pendiskripsian system distribusi BBM ke SPBU . bertujuan untuk memperoleh gambaran yang jelas mengenai proses dan permasalahan distribusi yang dihadapi
- 2) Megidentifikasi masalah pada system distribusi BBM ke SPBU, Langkah ini bertujuan untuk mengetahui masalah-masalah yang kemungkinan akan terjadi pada system distribusi BBM. Masalah-masalah tersebut akan didefenisikan berdasarkan hasil deskripsi yang di peroleh.
- 3) Membagi konsumen dalam rute, Mengukur kunjungan dalam setiap rute. Tujuan dari pembagian konsumen dalam rute. Agar bias di ketahui seberapa jarak antara konsumen yang ingin dituju. Sehingga bias menetapkan solusi yang tepat dalam proses pendistribusian. Sedangkan untuk tahap berikutnya harus didefenisikan berapa kali kunjungan yang dilakukan ke setiap rute yang telah ditetapkan, agar tidak terjadi masalah dalam proses pendistribusian secara berulang-ulang.

## PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

### Deskripsi Sistem Distribusi BBM (PREMIUM) Bersubsidi ke SPBU di Pulau Ambon.

Pendistribusian BBM (PREMIUM) bersubsidi ke SPBU di Pulau Ambon di lakukan dengan menggunakan mobil pengangkut (BBM) berjenis Premium dan didistribusi ke 8 SPBU di pulau Ambon tujuan dari PT. PERTAMINA TBBM Wayame. berikut ini adalah delapan SPBU sebagai berikut; SPBU Wayame, SPBU Passo, SPBU Tulehu, SPBU Latteri, SPBU Halong, SPBU Kebun Cengke, SPBU Belakang Kota dan SPBU Pompule. Tetapi dalam proses pendistribusian selama ini tidak memiliki pola distribusi yang pasti. karena proses pendistribusian BBM (PREMIUM) Bersubsidi di layani berdasarkan permintaan dari masing-masing SPBU yang ada di Pulau Ambon. Berikut ini adalah gambaran mengenai peta wilayah distribusi BBM (PREMIUM) bersubsidi di Pulau Ambon.



**Peta SPBU yang ada di Pulau Ambon**

Setiap SPBU memiliki kapasitas tangki timbun BBM berjenis Premium yang berbeda-beda kapasitas simpan BBM berjenis premium tergantung dari kapasitas tangki timbun dari setiap SPBU yang ada di Pulau Ambon. sedangkan untuk daya tahan (Lamanya waktu ketersediaan BBM) pada masing-masing SPBU terpergantung pada kapasitas Tangki timbun dan dibandingkan dengan konsumsi per hari dari SPBU tersebut. Data kapasitas tangki timbun (*safe capacity*), konsumsi per hari (*throughput*), dan daya tahan dari masing-masing SPBU untuk produk BBM berjenis Premium dapat dilihat pada table berikut:

Safe Capacity, troughput, dan daya tahan masing-masing SPBU pelanggan

NO	SPBU	PREMIUM		
		Kapasitas	Troughput	Daya tahan
		Tangki Timbun	(Hari)	(Hari)
1	Belakan Kota	45 (T)	15,255	3
2	Halong	45 (T)	14,420	3
3	Latteri	60 (T)	13,089	3
4	Passo	50 (T)	16,865	3
5	Wayame	30 (T)	13,089	3
6	Kebun Chengke	60 (T)	16,865	3
7	Pohonpule	60 (T)	16,865	3
8	Tulehu	40 (T)	14,320	3

Kendaraan yang digunakan adalah Mobil (Penggangkut BBM) yang heterogen, dengan jumlah yang terbatas (Jika dalam kasus yang dipecahkan memiliki tur melebihi jumlah Mobil yang tersedia, maka kelebihan Mobil tersebut diasumsikan dipenuhi dengan sewa tambahan), sehingga permasalahan ini termasuk *heterogeneous fleet size vehicles*. Total muatan dalam satu rute tidak boleh melebihi kapasitas angkut kendaraan.

Mobil pengangkut BBM berjenis Premium dapat melakukan lebih dari satu trip atau rute dalam satu horison perencanaan, sehingga termasuk dalam permasalahan *multiple trips*. Pada saat perencanaan, posisi awal Mobil harus berada di depot pengirim (TBBM Wayame). Pada saat ini PT. Pertamina TBBM Wayame, menggunakan 11 Mobil pengangkut BBM untuk pengiriman ke 8 SPBU tujuan dengan kapasitas Mobil yang berbeda-beda sesuai jenis tersebut. Berikut adalah Spesifikasi data Mobil pengangkut BBM berjenis Premium, dapat dilihat pada tabel berikut

Spesifikasi Data Mobil

NO	MOBIL	KAPASITAS ( L )	PRODUK	KET
1	MOBIL (10 Ton)	10000 Litter	Premium	4
		10000 Litter	Premium	
		10000 Litter	Premium	
		10000 Litter	Premium	
2	MOBIL (05 Ton)	5000 Litter	Premium	7
		5000 Litter	Premium	
		5000 Litter	Premium	
		5000 Litter	Premium	
		5000 Litter	Premium	
		5000 Litter	Premium	
		5000 Litter	Premium	

Jarak antar lokasi depot adalah simetris, artinya jarak dari lokasi  $a - b$  sama dengan jarak dari  $b - a$ . Jarak antar depot (km) dapat dilihat pada tabel dibawah ini. Dalam penelitian ini juga, waktu tempuh berbanding linier dengan jarakpun dihitung

Matriks Jarak Antara SPBU di Pulau Ambon

	DEPOT	SPBU WAYAME	SPBU PASSO	SPBU TULEHU	SPBU LATTEPI	SPBU HALONG	SPBU KB. CENGKEH	SPBU BLAKAN KOTA	SPBU POHONPULE
DEPOT	0	1	10.6	23.2	13.3	18.7	21	23.5	24.8
SPBU WAYAME	1	0	11.6	24.2	14.3	19.7	22	24.5	25.8
SPBU PASSO	10.6	11.6	0	12.7	2.8	8.1	10.5	13.2	14.3
SPBU TULEHU	23.2	24.2	12.7	0	14.6	20	22.3	24.4	26.1
SPBU LATTEPI	13.3	14.3	2.8	14.6	0	5.4	7.7	9.8	11.5
SPBU HALONG	18.7	19.7	8.1	20	5.4	0	2.3	4.4	6.1
SPBU KB. CENGKEH	21	22	10.5	22.3	7.7	2.3	0	2.7	3.8
SPBU BLAKAN KOTA	23.5	24.5	13.2	24.4	9.8	4.4	2.7	0	1.3
SPBU POHONPULE	24.8	25.8	14.3	26.1	11.5	6.1	3.8	1.3	0

**Horison Perencanaan dan Demand Tiap SPBU**

Horison perencanaan berfungsi membatasi total waktu penyelesaian tur. Horison perencanaan ditetapkan berdasarkan menit kerja perhari yaitu 7 menit dan sudah termasuk 1 menit untuk istirahat makan siang. Tabel 4.4 berikut ini menunjukkan Demand tiap SPBU .

Demand tiap SPBU selama horison perencanaan

No	SPBU	Demand(Kl)
		Premium
1	Wayame	19,089
2	Passo	22,867
3	Tulehu	20,320
4	Latteri	19,089
5	Halong	19,420
6	Kb. Cengkeh	22,865
7	Blakan Kota	20,255
8	Pohonpule	22,865

Pada Tabel di atas menjelaskan lama waktu/daya tahan dari masing-masing SPBU yang ada di Pulau Ambon paling lama yaitu 3 hari. Sehingga pemesanan suda harus di lakukan 2 hari sebelumnya untuk menghindari terjadi kehabisan Stok dari masing-masing SPBU yang dapat meng hambat proses pelayanan kekonsumen.

#### Matriks Saving

Matriks ini berisi daftar penghematan yang diperoleh jika menggabungkan dua rute dalam satu tur. Matriks saving dibuat berdasarkan matriks jarak yang telah diperoleh dengan menggunakan rumus :

$$S_{yz} = d_{0y} + d_{0z} - d_{yz}$$

$$S_{86} = (24,8 + 21 - 3,8)$$

$$S = (45,8 - 3,8)$$

$$S = 42$$

Sehingga dengan penjelasan rumus diatas,penyelesaian antara Matriks Jarak dan Saving Matrik dapat menghasilkan tur atau hasil yang optimal. Berikut adalah Hasil perhitungan nilai matriks saving selengkapnya ditampilkan pada tabel berikut:

Matriks Saving Jarak

	DEPOT	SPBU WAYAME	SPBU PASSO	SPBU TULEHU	SPBU LATTERI	SPBU HALONG	SPBU KE. CENGKEH	SPBU ELAKAN KOTA	SPBU POHONPULE
DEPOT	0	1	10.6	23.2	13.3	18.7	21	23.5	24.8
SPBU WAYAME	1	0	0	0	0	0	0	0	0
SPBU PASSO	10.6	0	0	21.1	21.1	21.2	21.1	20.9	21.1
SPBU TULEHU	23.2	0	21.1	0	21.9	21.9	21.9	22.3	21.9
SPBU LATTERI	13.3	0	21.1	21.9	0	26.6	26.6	27	26.6
SPBU HALONG	18.7	0	21.2	21.9	26.6	0	37.4	37.8	37.4
SPBU KE. CENGKEH	21	0	21.1	21.9	26.6	37.4	0	41.8	42
SPBU ELAKAN KOTA	23.5	0	20.9	22.3	27	37.8	41.8	0	47
SPBU POHONPULE	24.8	0	21.1	21.9	26.6	37.4	42	47	0

Untuk kecepatan kendaraan diasumsikan untuk kedua tipe adalah 50 km/jam.

#### Algoritma Clarke & Wright Saving

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengerjaan dengan menggunakan algoritma Clarke & Wright Savings yaitu :

1. **Langkah 1.**

Intrialisasi data jarak, dan data jumlah permintaan, data waktu pelanggan, kecepatan rata-rata kendaraan dan kapasitas kendaraan sebagai input yang dibutuhkan. Lanjut ke langkah 2

2. **Langkah 2.**

Buat matriks jarak antara depot ke konsumen, dan antar konsumen ke konsumen. Lanjut ke langkah 3

3. **Langkah 3.**

Hitung nilai saving menggunakan persamaan,

$$S(is) = d_{(d,j)} - d_{(ij)}$$

Untuk setiap pelanggan, untuk mengetahui nilai penghematan,  
*Lanjut ke langkah 4*

4. **Langkah 4.**  
 Buat tur pertama (t = 1), dan pilih pelanggan terbesar.  
*Lanjut ke langkah 5*
5. **Langkah 5.**  
 Urutkan pasangan berdasarkan nilai saving matriks jarak dan nilai saving matriks terbesar hingga terkecil.  
*Lanjut ke langkah 6*
6. **Langkah 6.**  
 Tentukan pelanggan yang masuk pada Tur dengan cara memilih kombinasi pelanggan dengan nilai saving terbesar.  
*Lanjut ke langkah 7*
7. **Langkah 7.**  
 Hitung jumlah permintaan dari konsumen yang terpilih, jika permintaan pelanggan yang terpilih, permintaanya masi ada, maka pelanggan tersebut masi dapat diikut sertakan dalam pemilihan. (*Lanjut ke langkah 8*)  
 Tetapi jika suda tidak ada maka pelanggan tersebut suda tidak dapat diikut sertakan dalam pemilihan. (*Lanjut ke langkah 12*). *Lanjut ke langkah 8*
8. **Langkah 8.**  
 Hitung total jarak, waktu perjalanan, waktu pelayanan dan total waktu berdasarkan pelanggan yang terpilih, serta hitung sisa kapasitas kendaraan. *Lanjut ke langkah 9*
9. **Langkah 9.**
  - Apabila total waktu, 7 menit. maka pelanggan tersebut terpilih untuk ditugaskan pada tur. *Lanjut ke langkah 10*
  - Juka total waktu 7 menit. *Lanjut ke langkah 11*
10. **Langkah 10.**  
 Pilih pelanggan selanjutnya yang ditugaskan berdasarkan kombinasi pelanggan terakhir yang terpilih dengan saving terbesar. *Kembali ke langkah 7*
11. **Langkah 11.**  
 Hapus pelanggan terakhir yang terpilih. *Lanjut ke langkah 12.*
12. **Langkah 12.**  
 masukan pelanggan yang terpilih sebelumnya untuk ditugaskan ke dalam Tur (t), maka tur (t) telah terbentuk, jika masi ada pelanggan yang belum terpenuhi, maka lanjut ke (*Lanjut ke langkah 13*). Apabila semua pelanggan telah ditugaskan, maka proses pengerjaan, telah selesai.
13. **Langkah 13.**  
 Pembentukan tur baru (t = t + 1). *Lanjut ke langkah 6.*

**Hasil dan Analisa Clarke&Wright Saving**

Tabel berikut ini menunjukkan hasil perhitungan untuk kendaraan 5 ton dan 10 ton:  
 Hasil perhitungan Manual algoritma clrake & wright saving  
 untuk kendaraan 5 ton

Metode	Tur	Jumlah kendaraan	Total waktu (Jam)	Range of Completion Time (Jam)	
Algoritma Clrake & wright saving	Tur 1	0 - 8 - 0 - 8 - 0 - 8 - 0	1	5.436	1.68
	Tur 2	0 - 8 - 0 - 7 - 0 - 7 - 0	1	5.348	
	Tur 3	0 - 7 - 0 - 6 - 0 - 6 - 0 - 6 - 0	1	6.748	
	Tur 4	0 - 6 - 0 - 5 - 0 - 5 - 0	1	6.364	
	Tur 5	0 - 4 - 0 - 4 - 0 - 4 - 0 - 3 - 0	1	5.804	
	Tur 6	0 - 3 - 0 - 3 - 0 - 2 - 0 - 2 - 0	1	5.984	
	Tur 7	0 - 2 - 0 - 2 - 0 - 1 - 0 - 1 - 0 - 1 - 0	1	5.068	
<b>Total</b>		7	40.752		

Hasil diatas menunjukkan rute dan jumlah kendaraan kapasitas 5 ton dengan jumlah 7 kendaraan yang digunakan untuk pendistribusian BBM ke masing-masing SPBU.

Hasil perhitungan Manual algoritma clake & wright saving  
untuk kendaraan 10 ton

Metode	Tur		Jumlah kendaraan	Total waktu (Jam)	Range of Completion Time (Jam)
Algoritma Clarke & wright saving	Tur 1	0-8-0-8-0-7-0	1	5.38	2.3
	Tur 2	0-7-6-0-6-0-6-5-0	1	5.49	
	Tur 3	0-5-0-4-0-4-3-0-3-0	1	6.51	
	Tur 4	0-2-0-2-0-1-0-1-0	1	4.21	
Total			4	21.59	

Hasil diatas menunjukkan rute dan jumlah kendaraan kapasitas 10 ton dengan jumlah 4 kendaraan yang digunakan untuk pendistribusian BBM ke masing-masing SPBU.

**Perbandingan Hasil perhitungan Manual *Algoritma Clarke & Wright Savings* dan *Algoritma Sequential Insertion***

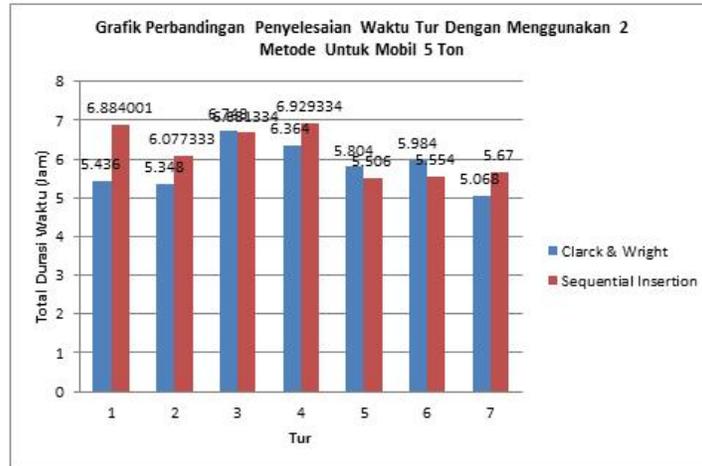
Untuk melihat keandalan solusi yng dihasilkan oleh metode *Clarcke & Wright Savings*, maka dalam penelitian ini penulis juga membandingkan solusi yang dihasilkan dengan hasil perhitungan *software* beralgoritma *Sequential Insertion*. Tabel berikut ini menunjukkan hasil perbandingan antara algoritma clarke& wright saving dengan algoritma sequential insertion yang dikembangkan oleh Erlon (2015) :

Hasil perbandingan algoritma clake & wright saving dengan  
sequential insertion untuk kendaraan 5 ton

Metode	Tur		Jumlah kendaraan	Total waktu (Jam)	Range of Completion Time (Jam)
Algoritma Clarke & wright saving	Tur 1	0-8-0-8-0-8-0	1	5.436	1.68
	Tur 2	0-8-0-7-0-7-0	1	5.348	
	Tur 3	0-7-0-6-0-6-0-6-0	1	6.748	
	Tur 4	0-6-0-5-0-5-0	1	6.364	
	Tur 5	0-4-0-4-0-4-0-3-0	1	5.804	
	Tur 6	0-3-0-3-0-2-0-2-0	1	5.984	
	Tur 7	0-2-0-2-0-1-0-1-0-1-0	1	5.068	
Total			7	40.752	
Sequential Insertion	Tur 1	0-1-0-1-0-1-0-2-0-2-0-2-0	1	6.884001	1.423334
	Tur 2	0-3-0-2-0-4-0-4-0	1	6.077333	
	Tur 3	0-8-0-4-0-5-0-5-0	1	6.681334	
	Tur 4	0-5-0-6-0-6-0-6-0	1	6.929334	
	Tur 5	0-8-0-0-6-0-3-0	1	5.506	
	Tur 6	0-7-0-3-0-7-0	1	5.554	
	Tur 7	0-7-0-8-0-8-0	1	5.67	
Total			7	43.302002	

Dari tabel perbandingan hasil diatas menunjukkan bahwa baik algoritma clarke & wright saving dan sequential insertion sama-sama menghasilkan 7 kendaraan atau 7 tur untuk kendaraan dengan kapasitas 5 ton dimana total waktu durasi untuk algoritma clarke & wright saving lebih baik dari algoritma sequential insertion yaitu sebesar 1.42 jam dibandingkan dengan 1.68 jam. Akan tetapi untuk waktu range of completion time yang menunjukkan beban kerja untuk tiap operator kendaraan, algoritma sequential insertion dan algoritma clarke& wright saving yaitu sebesar menit dibandingkan dengan 1.6 jam.

Grafik Waktu Penyelesaian Tur untuk algoritma clarke & wright saving untuk mobil 5 ton



Gambar diatas menunjukkan grafik histogram distribusi beban kerja dari tiap kendaraan untuk algoritma Clarke & wright saving dan algoritma sequential insertion

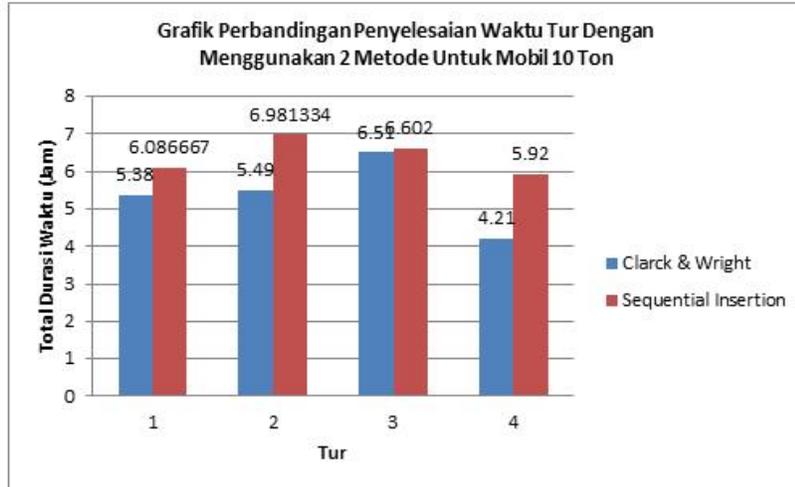
Dari gambar 4.4 diatas menunjukkan bahwa beban kerja dari setiap operator kendaraan 5 ton untuk algoritma clarke & wright saving, dimana waktu kerja dari operator yang paling tertinggi adalah sebesar 6.74 jam dan yang paling rendah adalah 5.02 jam dengan rata-rata beban kerja tiap operator adalah sebesar 5.39 jam.

Hasil perbandingan algoritma clarke & wright saving dengan sequential insertion untuk kendaraan 10 ton

Metode	Tur	Jumlah kendaraan	Total waktu (Jam)	Range of Completion Time (Jam)	
Algoritma Clarke & wright saving	Tur 1	0-8-0-8-0-7-0	1	5.38	2.3
	Tur 2	0-7-6-0-6-0-6-5-0	1	5.49	
	Tur 3	0-5-0-4-0-4-3-0-3-0	1	6.51	
	Tur 4	0-2-0-2-0-1-0-1-0	1	4.21	
Total			4	21.59	1.061334
Sequential Insertion	Tur 1	0-5-0-1-0-1-2-0-2-0	1	6.086667	
	Tur 2	0-6-0-2-4-0-4-0-5-0	1	6.981334	
	Tur 3	0-6-0-3-0-3-7-0	1	6.602	
	Tur 4	0-8-0-7-0-8-0	1	5.92	
Total			4	25.590001	

Dari tabel perbandingan hasil diatas menunjukkan bahwa baik algoritma clarke & wright saving dan sequential insertion sama-sama menghasilkan 4 kendaraan atau 4 tur untuk kendaraan dengan kapasitas 10 ton dimana total waktu durasi untuk algoritma clarke & wright saving lebih baik dari algoritma sequential insertion yaitu sebesar 1.06 menit dibandingkan dengan 25.59 menit. Akan tetapi untuk waktu range of completion time yang menunjukkan beban kerja untuk tiap kendaraan, algoritma sequential insertion lebih baik dari algoritma clarke& wright saving yaitu sebesar 1.06 menit dibandingkan dengan 2.3 menit. Gambar 4.2 berikut ini menunjukkan grafik histogram distribusi beban kerja dari tiap kendaraan untuk algoritma clarke& wright saving dan algoritma sequential insertion

Grafik Waktu Penyelesaian Tur untuk algoritma clarke & wright saving untuk mobil 10 ton

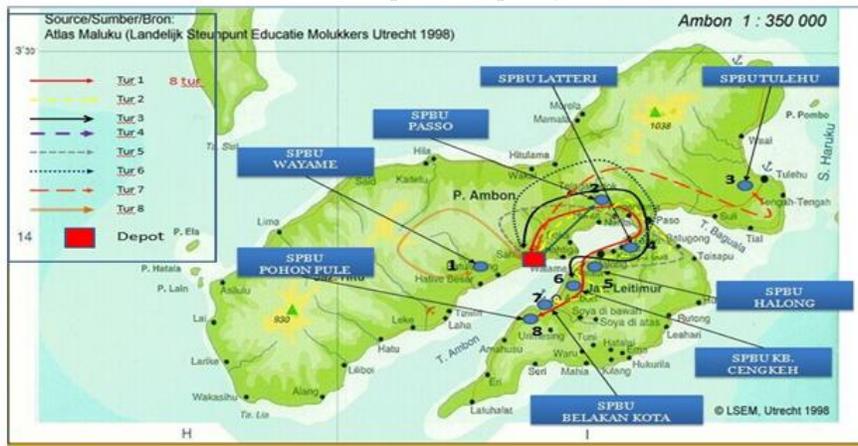


Dari gambar diatas menunjukan bahwa beban kerja dari setiap operator kendaraan 10 ton untuk algoritma clarke& wright saving maupun sequential insertion. Dari grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa beban kerja tiap kendaraan hasil perhitungan kedua metode sebenarnya sudah merata dikarenakan waktu yang dihasilkan tidak berbeda jauh dari rata-rata waktu penyelesaian tur yaitu 5.89 menit. Tetapi apabila kita tinjau range of completion time, maka algoritma sequential insertion memiliki beban kerja tiap kendaraan yang lebih minimum dibandingkan dengan clarck and wright saving. Hal ini dikarenakan sequential insertion lebih memaksimalkan jumlah kompartemen yang sebesar-besarnya untuk meminimumkan jumlah kendaraan.

Dengan demikian maka dari **Perbandingan Hasil perhitungan Manual Algoritma Clarke & Wright Savings dan Algoritma Sequential Insertion**, Keduanya memiliki hasil perhitungan yang tidak terlalu berbeda jauh, dari segi waktu serta Tur, dan beban kerja. Akan tetapi untuk waktu range of completion time **Algoritma Clarke & Wright Savings** memiliki jumlah kendaraan serta jarak tempuh yang relatif besar dibandingkan dengan **Algoritma Sequential Insertion**.

**Gambaran Rute Pendistribusi Menurut Perhitungan Algoritma Clarke & Wright Savings**

Berikut ini gambaran Rute Pendistribusi BBM di PT. Pertamina TBBM wayame Ambon. dengan pendekatan **Algoritma Clarke & Wright Savings** dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Rute Pendistribusan BBM dari PT.Pertamina Wayame ke SPBU di Pulau Ambon dengan Algoritma Clarke & Wright Savig

**PENUTUP**  
**Kesimpulan**

Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil pembahasan pada penulisan ini adalah sebagai berikut :

1. Dengan adanya Model perencanaan rute Mobil untuk pendistribusian BBM dengan menggunakan pendekatan algoritma *Clarke-Wright Saving* sangat membantu pendistribusian BBM di PT Pertamina TBBM Wayame Ambon. Yang selama ini belum optimal.
2. Dari Perbandingan antara Algoritma *Clarke-Wright Saving* yang digunakan dengan Analisis Hasil *Sequential Insertion* tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Hal ini jelas terlihat melalui hasil penelitian yang diperoleh bahwa rata-rata kendaraan yang dibutuhkan untuk pendistribusian BBM adalah 4 Mobil untuk kapasitas 10 ton dan 1 mobil untuk kapasitas muat 5 ton, dengan mengoptimalkan jumlah, Tur, dan pembagian jam kerja.
3. Hasil perhitungan Manual *Algoritma Clarke & Wright Savings* dan *Algoritma Sequential Insertion* menunjukkan bahwa Keduanya memiliki hasil perhitungan yang tidak terlalu berbeda jauh, dari segi waktu serta tur, dan bebankerja. Akan tetapi untuk waktu range of completion time *Algoritma Clarke & Wright Savings* memiliki jumlah kendaraan serta jarak tempuh yang relative besar dibandingkan dengan *Algoritma Sequential Insertion*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ballou, R.H. (2004). *Business logistics management* (5thn ed). Neww Jersey: Prntince-Hall Inc.
- Bollou, R.H., & Agarwal, Y.K. (1998). A performance comparison of several popular algorithms for vehicle routing and scheduling. *Journal of Business Logitics*, Vol. 9 No.1, hal 51 – 56.
- Lambert, D.M., Stock, J.R., (2001), *Strategic Logistic Manajement*, Fourth Edition, Mc Graw Hill, New York - USA.
- Paillin, D.B & Wattimena E. (2015). Penerapan Algoritma Sequential Insertion dalam Pendistribusian BBM di Kawasan Timur Indonesia (Studi Kasus pada PT. Pertamina UPMS VIII Teriminal Transit Wayame-Ambon). *Jurnal Arika*. Vol 9 No 1. Hal 53-62
- Soehodho, Sutanto, & Pramono. (2003), *Proposal of Distribution Route with VRP Method : A Case Study at Pertamina Depot Plumpang*, Center for Transport Studies, Departement of Civil Engineering, University of Indonesia
- Suparyogi , *Vehicle Routing problem – Definition, Variant, and Applications*, Procceding Seminar perencanaan Sistem Industri 2003. Pp.209-21,2003

