

Volume 4 Nomor 1 Januari 2019

INFORMASI INTERAKTIF

JURNAL INFORMATIKA DAN TEKNOLOGI INFORMASI

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA – FAKULTAS TEKNIK -UNIVERSITAS JANABADRA

PENERAPAN ALGORITMA *K NEAREST NEIGHBOR* UNTUK REKOMENDASI MINAT KONSENTRASI DI PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA UNIVERSITAS PGRI YOGYAKARTA

Adi Prasetyo, Kusriani, M. Rudyanto Arief

DETEKSI GEJALA VIRUS ZIKA MENGGUNAKAN *CERTAINTY FACTOR* DAN *NAIVE BAYES* BERBASIS ANDROID

Emma Nur Hamidah, Ryan Ari Setyawan, Fatsyahrina Fitriastuti

KLASIFIKASI JENIS REMPAH-REMPAH BERDASARKAN FITUR WARNA RGB DAN TEKSTUR MENGGUNAKAN ALGORITMA *K-NEAREST NEIGHBOR*

Kaharuddin, Kusriani, Emha Taufiq Luthfi

PENERAPAN ALGORITMA PALGUNADI PADA *SPLIT DELIVERY VEHICLE ROUTING PROBLEM* UNTUK PENDISTRIBUSIAN MULTI PRODUK

Sri Wulandari, Kusriani, M. Rudyanto Arief

PEMODELAN ARSITEKTUR SISTEM INFORMASI PERHOTELAN DENGAN KERANGKA KERJA TOGAF ADM

Selviana Yunita, Wing Wahyu Winarno, Asro Nasriri

PERANCANGAN SISTEM PEMANTAUAN WAKTU NYATA BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IOT)*

Mat Sudir, Bambang Soedjono W A, Eko Pramono

PENERAPAN DATA MINING DALAM MENENTUKAN PEMBINAAN KOPERASI (STUDI KASUS : DINAS KOPERASI DAN UKM KABUPATEN KOTAWARINGIN TIMUR)

Yuni Ambar S, Kusriani, Henderi

IMPLEMENTASI *DATABASE SECURITY* MENGGUNAKAN KONSEP *ROLE-BASED ACCESS CONTROL (RBAC)* DALAM RANCANGAN DATABASE SISTEM INFORMASI MANAJEMEN SEKOLAH DENGAN POSTGRESQL

Achmad Yusron Arif, Emma Utami, Suwanto Raharjo

RANCANG BANGUN VISUALISASI *TOURISM GUIDE* PROVINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Jeffry Andhika Putra, Rusdy Agustaf



INFORMASI
INTERAKTIF

Vol. 4

No. 1

Hal. 1 - 62

Yogyakarta
Januari 2019

ISSN
2527-5240

DEWAN EDITORIAL

- Penerbit** : Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Janabadra
- Ketua Penyunting
(Editor in Chief)** : Fatsyahrina Fitriastuti, S.Si., M.T. (Universitas Janabadra)
- Penyunting (Editor)** : 1. Selo, S.T., M.T., M.Sc., Ph.D. (Universitas Gajah Mada)
2. Dr. Kusriani, S.Kom., M.Kom. (Universitas Amikom Yogyakarta)
3. Jemmy Edwin B, S.Kom., M.Eng. (Universitas Janabadra)
4. Ryan Ari Setyawan, S.Kom., M.Eng. (Universitas Janabadra)
5. Yumarlin MZ, S.Kom., M.Pd., M.Kom. (Universitas Janabadra)
- Alamat Redaksi** : Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik
Universitas Janabadra
Jl. Tentara Rakyat Mataram No. 55-57
Yogyakarta 55231
Telp./Fax : (0274) 543676
E-mail: informasi.interaktif@janabadra.ac.id
Website : <http://e-journal.janabadra.ac.id/>
- Frekuensi Terbit** : 3 kali setahun

JURNAL INFORMASI INTERAKTIF merupakan media komunikasi hasil penelitian, studi kasus, dan ulasan ilmiah bagi ilmuwan dan praktisi dibidang Teknik Informatika. Diterbitkan oleh Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Janabadra di Yogyakarta, tiga kali setahun pada bulan Januari, Mei dan September.

DAFTAR ISI

	<i>halaman</i>
Penerapan Algoritma <i>K Nearest Neighbor</i> Untuk Rekomendasi Minat Konsentrasi Di Program Studi Teknik Informatika Universitas PGRI Yogyakarta Adi Prasetyo, Kusriani, M. Rudyanto Arief	1 – 6
Deteksi Gejala Virus Zika Menggunakan <i>Certainty Factor</i> dan <i>Naive Bayes</i> Berbasis Android Emha Nur Hamidah, Ryan Ari Setyawan, Fatsyahrina Fitriastuti	7 – 16
Klasifikasi Jenis Rempah-Rempah Berdasarkan Fitur Warna RGB dan Tekstur Menggunakan Algoritma <i>K-Nearest Neighbor</i> Kaharuddin, Kusriani, Emha Taufiq Luthfi	17 – 22
Penerapan Algoritma Palgunadi pada <i>Split Delivery Vehicle Routing Problem</i> untuk Pendistribusian Multi Produk Sri Wulandari, Kusriani, M.Rudyanto Arief	23 – 30
Pemodelan Arsitektur Sistem Informasi Perhotelan dengan Kerangka Kerja TOGAF ADM Selviana Yunita, Wing Wahyu Winarno, Asro Nasriri	31 – 38
Perancangan Sistem Pemantauan Waktu Nyata Berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT) Mat Sudir, Bambang Soedjono W A, Eko Pramono	39 – 43
Penerapan <i>Data Mining</i> dalam Menentukan Pembinaan Koperasi (Studi Kasus : Dinas Koperasi Dan UKM Kabupaten Kotawaringin Timur) Yuni Ambar S, Kusriani, Henderi	44 – 50
Implementasi <i>Database Security</i> Menggunakan Konsep <i>Role-Based Access Control</i> (RBAC) dalam Rancangan Database Sistem Informasi Manajemen Sekolah Dengan PostgreSQL Achmad Yusron Arif, Emha Utami, Suwanto Raharjo	51 – 55
Rancang Bangun Visualisasi Tourism Guide Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Jeffry Andhika Putra, Rusdy Agustaf	56 - 62

PENGANTAR REDAKSI

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah Tuhan Yang Maha Kuasa atas terbitnya JURNAL INFORMASI INTERAKTIF Volume 4, Nomor 1, Edisi Januari 2019. Pada edisi kali ini memuat 9 (sembilan) tulisan hasil penelitian dalam bidang teknik informatika.

Harapan kami semoga naskah yang tersaji dalam JURNAL INFORMASI INTERAKTIF edisi Januari tahun 2019 dapat menambah pengetahuan dan wawasan di bidangnya masing-masing dan bagi penulis, jurnal ini diharapkan menjadi salah satu wadah untuk berbagi hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan kepada seluruh akademisi maupun masyarakat pada umumnya.

Redaksi

PENERAPAN ALGORITMA PALGUNADI PADA *SPLIT DELIVERY VEHICLE ROUTING PROBLEM* UNTUK PENDISTRIBUSIAN MULTI PRODUK

Sri Wulandari¹, Kusri², M.Rudyanto Arief³

^{1,2,3}Magister Teknik Informatika, Universitas AMIKOM Yogyakarta
Jl. Ringroad Utara, Condongcatur, Depok, Sleman, Yogyakarta Indonesia 55283

Email : ¹sri.wulandari@students.amikom.ac.id, ²kusrini@amikom.ac.id, ³rudy@amikom.ac.id

ABSTRACT

Transportation is one area in the supply chain management that determines how and when to send goods to consumers. Determination of distribution routes has an effect on transportation costs. In delivering goods, the company must be able to determine the configuration of the distribution line appropriately so that shipping becomes fast and does not cost much. This study, we will develop a SDVRP solution method for multiple-products distribution. Solving the SDVRP problem for multiple-products distribution will use the Palgunadi Algorithm with the aim of determining the distribution route so that the minimum total distribution costs are obtained. This study uses data about the distribution of fuel in the NTT region with many agents 8 and many types of products 3. There are 3 types of tankers used. The results of the study produced 3 alternative distributions based on the type of tanker used. The use of type 2 (3,500) tankers results in a minimum total distribution cost with the number of routes and tankers used is 2.

Keywords: SDVRP, Palgunadi Algorithm, Multiple Products

1. PENDAHULUAN

Dalam melakukan pengiriman barang, perusahaan harus mampu menentukan konfigurasi jalur distribusi dengan tepat supaya pengiriman menjadi cepat dan tidak memakan biaya yang banyak. Permasalahan sistem distribusi merupakan faktor penting yang melibatkan beberapa pertimbangan utama. Beberapa pertimbangan utama tersebut antara lain adalah pemilihan rute kendaraan, armada kendaraan, dan penjadwalan kendaraan [1]. Pertimbangan utama inilah yang akhirnya dikenal dengan istilah *Vehicle Routing Problem* (VRP).

Vehicle Routing Problem (VRP) adalah model pendistribusian barang/jasa dari sebuah/beberapa depot (gudang) ke beberapa agen (konsumen) dengan menggunakan sejumlah kendaraan, yaitu menentukan rute kendaraan distribusi yang optimal. VRP secara umum diartikan sebagai masalah penentuan rute bagi sejumlah kendaraan yang bertujuan untuk meminimasi total biaya transportasi dengan memenuhi sejumlah batasan yang mencerminkan karakteristik dari situasi nyata[2]. Permasalahan VRP dapat

didefinisikan sebagai permasalahan pencarian rute distribusi dengan ongkos minimal dari satu depot ke pelanggan yang letaknya tersebar dengan jumlah permintaan (demand) yang berbeda [3].

Masalah dalam VRP mengalami perkembangan, sehingga timbul banyak variasi dalam masalah VRP. Beberapa variasi masalah VRP antara lain VRP with multiple trips, VRP with time window, VRP with split deliveries, VRP with multiple products, VRP with delivery dan pick-up, VRP with multiple depots, VRP with heterogeneous fleet of vehicle, Periodic VRP, Stochastic VRP, dan Dynamic VRP [4].

VRP with split deliveries merupakan model distribusi dimana konsumen dapat dikunjungi lebih dari satu rute kendaraan karena permintaan konsumen melebihi daripada kapasitas kendaraan dan biasanya digunakan untuk mengurangi jumlah rute dan total jarak yang ditempuh [5]. Berbeda dengan VRP, dimana setiap konsumen hanya boleh dikunjungi oleh 1 rute kendaraan.

Pada penelitian ini akan membahas tentang VRP with split deliveries untuk

multiple products. Penyelesaian masalah tersebut akan menggunakan algoritma Palgunadi atau dapat juga disebut sebagai algoritma pencarian langsung (*direct search algoritm*). Algoritma ini memiliki pendekatan sama dengan algoritma *tabu search* yaitu menentukan rute berdasarkan jarak terpendek. Perbedaan dengan algoritma *tabu search* adalah cara kerja dari algoritma Palgunadi melihat *time series* setiap konsumen, sehingga rute perjalanan yang dihasilkan berdasarkan jarak terpendek dengan *time series* yang terpenuhi [6] yang letaknya tersebar dengan jumlah permintaan (*demand*) yang berbeda.

Rumusan masalah pada penelitian yang akan dilakukan adalah bagaimanakah

rute perjalanan distribusi untuk kendaraan sehingga diperoleh total biaya minimum.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan rute perjalanan distribusi kendaraan untuk memperoleh total biaya minimum.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Beberapa penelitian terkait dengan dalam penelitian ini dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel 1. Penelitian Terkait

No	Penulis	Judul	Tujuan	Metode	Kesimpulan
1.	Ika Tofika Rini, Y.S. Palgunadi dan Bambang Harjito, 2015 [6].	Algoritma Palgunadi untuk Menyelesaikan Single dan Multi Product <i>Vehicle Routing Problem</i> .	Membuat rute pendistribusian yang dapat meminimumkan jumlah kendaraan dan memaksimalkan kapasitas kendaraan yang digunakan dalam pendistribusian single dan multi product dengan mengusulkan algoritma baru, yaitu Algoritma Palgunadi	Algoritma Palgunadi	Algoritma Palgunadi dapat digunakan untuk menyelesaikan kasus dalam skala besar terbukti berdasarkan <i>running time</i> dan hasil rute dan jumlah kendaraan yang digunakan sesuai dengan perhitungan manual. Algoritma Palgunadi juga dapat menyelesaikan kondisi <i>infeasible</i> .
2.	D.B. Pailin dan Erlon Watimena, 2016 [7]	Penerapan Algoritma Sequential Insertion dalam Pendistribusian BBM dikawasan Timur Indonesia (Studi Kasus pada PT. Pertamina UPMS VIII Terminal Transit Wayame-Ambon).	Menemukan solusi optimum dalam pendistribusian BBM	Algoritma Sequential Insertion	Algoritma Sequential Insertion dapat menghasilkan rute yang meminimalkan jumlah tur/kapal pengangkut maupun waktu durasi tur dalam pendistribusian BBM dengan karakteristik <i>VRP with heterogeneous fleet of vehicle, VRP with multiple trips, VRP with split deliveries, VRP with multiple products and multiple compartment</i>
3.	Suprayogi dan Daniel Bunga Pailin. Jurnal Teknik Industri, 2017 [8].	Algoritma Genetika untuk Pemecahan Masalah Rute Kendaraan dengan Ukuran dan Campuran Armada, Trip Majemuk, Pengiriman Terbagi, Produk Majemuk dan Kendaraan dengan Kompartemen Majemuk	Untuk membahas salah satu varian dari masalah rute kendaraan (MRK) dengan karakteristik-karakteristik berikut: ukuran dan campuran armada (<i>fleet size and mix</i>), trip majemuk (<i>multiple trips</i>), pengiriman terbagi (<i>split delivery</i>), produk majemuk (<i>multiple products</i>) dan kompartemen majemuk (<i>multiple compartments</i>)	Algoritma Genetika	Kinerja (efektivitas dan efisiensi) dari AG yang diusulkan sangat tergantung pada nilai-nilai parameter algoritma yang ditetapkan seperti ukuran populasi, jumlah generasi maksimum dan proposi untuk elistisme, migrasi, mutasi, dan crossover. Dan analisis hanya dilakukan untuk melihat kekonsistensinya dari kinerja AG yang diukur dengan koefisien variasi dari nilai fungsi tujuan dan waktu komputasi.
4.	Putri Elkagianda L.A. dan Sarngadi Palgunadi, 2014 [9]	Implementasi Algoritma Palgunadi Sebagai Algoritma Baru dalam Optimalisasi Vehicle Routing Problem With Time Window (VRPTW).	Menyelesaikan masalah VRP <i>with Tome Window</i> dengan menggunakan Algoritma Palgunadi	Algoritma Palgunadi	Algoritma Palgunadi dapat menghasilkan jarak terpendek dengan <i>time series</i> yang terpenuhi. Juga diperoleh rancangan untuk menghemat total waktu perjalanan dan mengurangi jumlah customer yang mengalami keterlambatan dalam pengiriman.
5.	Astri Desianan, Ari Yanura Ridwan, dan Rio Aurachman, 2016 [10].	Penyelesaian <i>Vehicle Routing Problem</i> untuk minimasi total biaya transportasi pada PT. XYZ dengan Metode Algoritma Genetika	Membuat perencanaan rute distribusi yang tepat pada PT. XYZ untuk mengurangi keterlambatan dan menurunkan total biaya transportasi dengan Algoritma Genetika pada VRP dengan masalah <i>time windo, heterogeneous fleet</i> dan <i>multiple products</i>	Algoritma Genetika	Aloritma genetika mampu menghasilkan rute dengan jarak tempu dan waktu rute dengan jarak tempu dan waktu ntur lebih pendek, serta biaya tur yang lebih sedikit

2.2 Vehicle Routing Problem (VRP)

Vehicle Routing Problem (VRP) adalah permasalahan dalam menentukan rute yang optimal yang bertujuan untuk melayani pelanggan dengan sekelompok kendaraan. VRP merupakan suatu pencarian solusi yang meliputi penentuan sejumlah rute, dimana masing-masing rute dilalui oleh satu kendaraan yang berawal dan berakhir di depot, sehingga permintaan semua pelanggan terpenuhi dengan tetap memenuhi kendala operasional yang ada dan juga meminimalisasi total biaya transportasi [11]. VRP merupakan sebuah masalah *hard combinatorial optimization problem*, yang berarti usaha komputasi yang digunakan akan semakin sulit dan banyak, seiring dengan meningkatnya ruang lingkup masalah yang terjadi dengan tujuan yang dicapai diantaranya:

1. Meminimalkan ongkos perjalanan secara keseluruhan yang dipengaruhi keseluruhan jarak yang ditempuh dan jumlah kendaraan yang digunakan.
2. Meminimalkan jumlah kendaraan yang digunakan untuk melayani semua konsumen.
3. Menyeimbangkan rute.
4. Meminimalkan keluhan pelanggan.

VRP dikemukakan pertama kali oleh Dantzig dan Ramser pada tahun 1959 tentang bagaimana permasalahan rute kendaraan pada pengiriman bahan bakar ke *gas stations* atau SPBU. Kemudian Clarke and Wright pada tahun 1964 melanjutkan penelitian tentang VRP dengan memperkenalkan istilah depot sebagai tempat keberangkatan dan kembalinya kendaraan. Beberapa variasi permasalahan dalam VRP adalah Suprayogi [4]:

1. *Capacitated VRP (CVRP)*, merupakan variasi VRP yang paling sederhana dan paling banyak dipelajari dimana kendala yang ada hanya berupa kapasitas kendaraan yang terbatas.
2. *Distance Constrained VRP (DCVRP)*, merupakan variasi VRP dengan kendala batasan panjang rute.
3. *VRP with Time Window (VRPTW)*, merupakan variasi VRP dimana setiap konsumen memiliki batasan rentang waktu pelayanan.

4. *VRP with Pickup and Delivery (VRPPD)*, merupakan variasi VRP dengan pelayanan campuran, yaitu pengiriman dan pengambilan barang dalam satu rute.
5. *VRP with Backhauls (VRPB)*, merupakan variasi VRP dimana pengambilan baru dapat dilakukan setelah semua pengiriman selesai.
6. *Split Delivery VRP (SDVRP)*, merupakan variasi VRP dimana konsumen bisa dilayani dengan menggunakan kendaraan yang berbeda-beda.
7. *VRP with Multiple Depot (MDVRP)*, merupakan variasi VRP dimana menggunakan banyak depot untuk mengirim barang ke konsumen.
8. *Periodic VRP*, merupakan variasi VRP dimana pengiriman dilakukan dalam periode waktu tertentu.

2.3 Split Delivery Vehicle Routing Problem (SDVRP)

Split Delivery Vehicle Routing Problem (SDVRP) merupakan varian dari *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)* yang telah diperkenalkan pertama kali oleh Dror dan Trudeau [5]. Pada SDVRP armada kendaraan homogen yang berkapasitas harus melayani satu set pelanggan. Setiap pelanggan dapat dikunjungi lebih dari sekali, bertentangan dengan apa yang biasanya diasumsikan dalam masalah routing kendaraan klasik (VRP), dan permintaan setiap pelanggan mungkin lebih besar dari kapasitas kendaraan. Tujuan dari *split delivery* adalah membagi demand customer ke beberapa rute kendaraan untuk mengurangi banyaknya dan total jarak perjalanan rute kendaraan. Dror dan Trudeau menyatakan bahwa jika setiap kendaraan mempunyai kapasitas yang sama maka banyaknya minimum rute adalah total demand consumer dibagi oleh kapasitas kendaraan dan hasilnya dibulatkan ke bilangan bulat terdekat. Cara tersebut terbukti karena jarak titik distribusi mengikuti ketidaksamaan segitiga. Solusi yang optimal adalah ada dua rute dapat memiliki lebih dari satu titik demand dan

ada sebuah solusi yang optimal tanpa siklus k-split (untuk setiap k).

2.4 Algoritma Palgunadi

Algoritma Palgunadi atau dapat juga disebut sebagai algoritma pencarian langsung (*direct search algoritma*) merupakan algoritma yang memiliki pendekatan dengan algoritma *tabu search* yaitu menentukan rute berdasarkan jarak terpendek. Perbedaan algoritma ini dengan algoritma *tabu search* adalah algoritma Palgunadi mampu menyelesaikan routing dengan jumlah customer banyak. Semakin banyak customer maka membutuhkan waktu perhitungan program menjadi lama [6]. Langkah-langkah algoritma Palgunadi adalah: [6]

1. Membuat matriks jarak antar konsumen (agen).
2. Menentukan rute awal dengan mencari agen terdekat (jarak terpendek/waktu terkecil) dari depot.
3. Mengecek apakah agen mempunyai demand
 - a. Jika $\text{demand agen} \leq \text{kapasitas barang dalam kendaraan}$ maka penuhi semua demand.
 - b. Jika $\text{demand agen} > \text{kapasitas barang dalam kendaraan}$ maka penuhi sebagian dan sisanya akan dipenuhi oleh kendaraan lain.
4. Setelah kendaraan melayani demand agen maka dilakukan *update* kapasitas kendaraan.
 - a. Jika $\text{kapasitas kendaraan} = 0$ maka kendaraan kembali ke depot.
 - b. Jika $\text{kapasitas kendaraan} \neq 0$ maka kendaraan mencari agen terdekat dengan agen terakhir yang dikunjungi oleh kendaraan.
5. *Update* demand agen
6. *Update* status agen
7. Memeriksa agen:
 - a. Jika semua demand agen telah terpenuhi maka selesai.
 - b. Jika ada demand agen yang belum terpenuhi maka proses lanjut sampai semua demand agen terpenuhi.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen. Pada penelitian ini akan mengembangkan metode lain untuk mencoba membuat berbagai perbandingan berdasarkan tipe kendaraan yang akan digunakan. Berdasarkan hasil tersebut akan dipilih hasil yang paling optimal, yaitu total biaya minimum.

3.2 Pendekatan Penelitian

Dalam penelitian ini pendekatan yang dilakukan yaitu kuantitatif. Metode penelitian kuantitatif adalah sebagai metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu teknik pengambilan sampel pada umumnya dilakukan secara random, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian analisis data bersifat kuantitatif atau statistic dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah diterapkan.

3.3 Sifat Penelitian

Sifat penelitian ini adalah kausal. Penelitian ini akan menentukan rute perjalanan distribusi setiap kendaraan sehingga diperoleh total jarak minimum dengan menggunakan algoritma Palgunadi.

3.4 Metode Pengumpulan Data

Data yang akan digunakan pada penelitian ini adalah data yang telah digunakan oleh penelitian terdahulu, yaitu pada penelitian Ary Arvianto, dkk [12]. Data tersebut tentang pendistribusian BBM di wilayah NTT. Data-data tersebut terdiri dari:

1. Depot.
Depot yang digunakan hanya satu.
2. Kendaraan.
Kendaraan yang digunakan untuk distribusi BBM adalah kapal tanker. Kapal tanker yang digunakan ada tiga tipe, Tanker 6.500, Tanker 3.500, dan

Tanker 1.500. Jumlah Kapal Tanker tiap tipe yang akan digunakan tidak terbatas sesuai dengan kebutuhan.

3. Produk yang didistribusikan.
Produk yang didistribusikan adalah BBM yang terdiri dari tiga jenis, yaitu premium, minyak tanah, dan solar.
4. Agen.
Pada penelitian ini agen adalah pelabuhan sebagai agen penerima distribusi BBM. Terdapat 8 pelabuhan tujuan, yaitu: Atapupu (Agen 1), Dili (Agen 2), Kalabahi (Agen 3), Larantuka (Agen 4), Maumere (Agen 5), Reo (Agen 6), Ende (Agen 7), dan Waingapu (Agen 8).
5. Waktu Tempuh.
Data waktu tempuh terdiri dari waktu tempuh antara depot dengan masing-masing agen dan waktu tempuh antar agen.

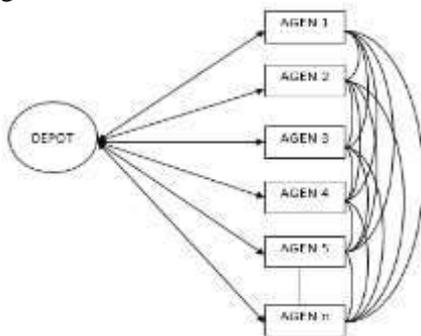
3.5 Metode Analisis Data

Metode analisis data pada penelitian ini adalah menggunakan Algoritma Palgunadi yaitu sebagai algoritma untuk menentukan rute berdasarkan jarak terpendek.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Distribusi

Gambaran Distribusi dari Depot Ke Agen



Gambar 1. Gambaran Distribusi dari Depot Ke Agen

4.2 Model Matematika SDVRP untuk Multi Produk

Indeks

- i : indeks konsumen, $i = 0, 1, \dots, N$
- j : indeks konsumen, $j = 0, 1, \dots, N$
- $i, j = 0$ adalah depot
- $i \neq j$
- k : indeks jenis kendaraan, $k = 1, \dots, K$
- p : indeks produk, $p = 1, \dots, P$

Parameter

- V : kecepatan rata-rata kendaraan
- VL : kecepatan loading
- B : biaya per km
- NR : jumlah rute
- BS : biaya sopir
- BK : biaya kendaraan
- BP : biaya perjalanan
- Q_k : kapasitas maksimal kendaraan
- B_{pk} : volume produk p pada kendaraan jenis k
- f_{kp} : proporsi produk p untuk kendaraan k
- x_{ijk} : variabel keputusan
- $x_{ijk} = 1$, jika kendaraan k mengunjungi agen j setelah i
- $= 0$, untuk yang lain
- d_{ip} : demand konsumen i untuk produk p
- t_{ij} : waktu tempuh kendaraan dari konsumen i ke j

Model Matematika

Fungsi tujuan:

Meninimumkan total biaya:

$$Z_{Min} = \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^N \sum_{k=1}^K x_{ijk} * t_{ij} * V * B + \left(\sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^N \sum_{k=1}^K x_{ijk} * t_{ij} + \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^N \sum_{k=1}^K x_{ijk} * \frac{d_{ip}}{VL} \right) * \frac{BP}{24} + NR * (BS + BK) \quad (1)$$

Kendala

1. Setiap konsumen dapat dilayani lebih dari 1 kali oleh kendaraan lain

$$\sum_{i=0}^N \sum_{k=1}^K x_{ijk} \geq 1, \forall j = 1, \dots, N \quad (2)$$

2. Setiap kendaraan meninggalkan depot, setelah tiba di konsumen kendaraan berangkat lagi dan akhirnya kembali ke depot

$$\sum_{j=0}^N x_{i0k} = 1, \quad \forall k = 1, \dots, K \quad (3)$$

$$\sum_{i=0}^N x_{0jk} = 1, \quad \forall k = 1, \dots, K \quad (4)$$

$$\sum_{i=0}^N x_{ihk} - \sum_{j=0}^N x_{hjk} = 0, \quad \forall h = 0, \dots, N, \quad \forall k = 1, \dots, K \quad (5)$$

3. Muatan untuk setiap produk harus lebih kecil atau sama dengan kapasitas kendaraan

$$\sum_{p=1}^P B_{pk} \leq Q_k, \quad \forall k = 1, \dots, K \quad (6)$$

4. Besarnya muatan setiap produk yang dibawa oleh kendaraan harus lebih kecil atau sama dengan jumlah permintaan konsumen

$$\sum_{p=1}^P B_{pk} \leq \sum_{i=1}^N \sum_{p=1}^P f_{ikp} \cdot d_{ip}, \quad \forall k = 1, \dots, K \quad (7)$$

5. Setiap konsumen akan menerima kiriman demand secara penuh

$$\sum_{k=1}^K f_{ikp} = 1, \quad \forall i = 1, \dots, N, \quad \forall p = 1, \dots, P \quad (8)$$

6. Konsumen hanya dapat dilayani oleh kendaraan yang mengunjungi konsumen tersebut

$$\sum_{j=1}^N x_{ijk} \geq f_{ikp}, \quad \forall i = 1, \dots, N \quad (9)$$

4.3 Hasil Perhitungan dengan Algoritma Palgunadi

Penerapan Algoritma Palgunadi pada SDVRP untuk distribusi multi produk menggunakan data berdasarkan penelitian Ary Arvianto, dkk. [12] Data-data yang digunakan disajikan pada Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4, dan Tabel 5.

Tabel 2. Data Permintaan BBM selama 7 hari

No	Pelabuhan	Agen	Premium (lt)	Solar (lt)	Minyak Tanah (lt)
1	Atapupu	Agen1	287000	371000	378000
2	Dili	Agen2	350000	183750	905800
3	Kalabahi	Agen3	49000	112000	105000
4	Larantuka	Agen4	105000	210000	210000
5	Maumere	Agen5	219100	241500	344400
6	Reo	Agen6	119000	401100	337400
7	Ende	Agen7	160300	273000	312200
8	Waingapu	Agen8	119000	196000	280000

Tabel 3. Data Waktu Tempuh antar Pelabuhan (Agen)

Depot	Agen1	Agen2	Agen3	Agen4	Agen5	Agen6	Agen7	Agen8
Depot	0.0							
Agen1	11.8	0.0						
Agen2	18.0	5.5	0.0					
Agen3	14.0	6.3	96.0	0.0				
Agen4	13.0	12.9	17.5	11.8	0.0			
Agen5	21.8	29.5	25.5	19.4	12.0	0.0		
Agen6	34.8	29.9	32.0	27.4	21.8	12.4	0.0	
Agen7	14.0	19.2	24.0	18.6	9.3	9.3	25.2	0.0
Agen8	20.1	26.5	31.1	19.5	25.4	25.4	13.5	9.9

Tabel 4. Kapasitas Kapal

Jenis Kapal Tanker	Kapasitas (KLt)	Premium (20%)	Solar (30%)	Minyak Tanah (50%)
Jenis1	8750	1750000	2625000	4375000
Jenis2	4700	940000	1410000	2350000
Jenis3	2000	400000	600000	1000000

Tabel 5. Perhitungan Biaya

No	Jenis Biaya	Besar Biaya
1	Biaya kendaraan Tanker 6.500 (Tipe 1) Tanker 3.500 (Tipe 2) Tanker 1.500 (Tipe 3)	1.800.000.000 800.000.000 550.000.000
2	Biaya Bahan Bakar per km	150.000
3	Akomodasi perjalanan per hari	40.000
4	Gaji Sopir per rute	400.000

Dengan kecepatan rata-rata kapal adalah adalah tetap yaitu 10 knot/jam dan kecepatan *loading* dan *discharging* adalah 200 kl/jam. Sedangkan banyaknya kapal adalah tidak terbatas sesuai dengan kebutuhan.

Perhitungan manual dengan Algoritma Palgunadi diperoleh hasil seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Perhitungan

Tipe Kapal	Rute	Waktu Perjalanan	Total Waktu	Biaya
Tipe 1	R1:0-1-2-4-7-8-0	154.7	202.0	Rp 4,367,302,850.00
	R2: 0-3-5-6-0			
Tipe 2	R1: 0-1-2-4-7-8-0	153.5	203.3	Rp 2,027,761,079.58
	R2:0- 3-5-6-8-0			
Tipe 3	R1: 0-1-2-4-0	305.6	377.7	Rp 3,051,158,921.25
	R2: 0-4-3-7-5-6-0			
	R3: 0-2-5-6-8-0			
	R4: 0-8-6-0			

Berdasarkan hasil perhitungan terdapat tiga alternatif dalam pendistribusian BBM tergantung jenis Kapal Tanker yang digunakan. Jika menggunakan kapal tanker jenis 1 tidak ada agen yang dilayani oleh lebih dari 1 kapal (lebih dari 1 rute perjalanan). Sedangkan jika dan jika menggunakan kapal tanker jenis 2 dan 3 maka terdapat agen yang dilayani oleh lebih dari 1 kapal. Alternatif yang memberikan total biaya distribusi yang paling minimum adalah alternatif 2, yaitu menggunakan tipe kapal tanker 2.

Penggunaan kapal tanker jenis 1 (6.500) kurang efektif karena jumlah agen sedikit sehingga banyak sisa produk dan biaya penggunaan kapal juga besar jika dibandingkan dengan jenis kapal tanker 2 (3.500) dan 3 (1.500). Sedangkan untuk penggunaan kapal tanker jenis 3 kapasitas angkutnya terlalu sedikit sehingga membutuhkan banyak kapal dan berakibat biaya total distribusi menjadi besar.

Penggunaan jenis kapal tanker akan mempengaruhi banyaknya rute distribusi, dimana satu rute menggunakan satu kapal. Semakin banyak rute maka akan semakin banyak kapal yang digunakan sehingga akan memperbesar biaya penggunaan kapal, biaya sopir, waktu tempuh perjalanan, dan total waktu. Semua faktor tersebut akan mempengaruhi pada total biaya distribusi.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa penggunaan jenis kendaraan akan berpengaruh pada rute perjalanan distribusi, dimana akan berpengaruh juga pada jumlah kendaraan yang akan digunakan. Semakin banyak rute perjalanan distribusi maka akan semakin banyak jumlah kendaraan yang akan digunakan dan juga akan mempengaruhi total biaya distribusi.

5.2 Saran

1. Pada penelitian ini belum dibahas tentang *time window*, oleh sebab itu dapat dikembangkan dengan memasukkan *time windows* masing-masing agen dengan menggunakan Algoritma Palgunadi.
2. Penelitian lebih lanjut mengenai *split delivery vehicle routing problem* untuk pendistribusian multi produk masih perlu dikembangkan menggunakan algoritma lainnya untuk memperoleh hasil yang lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bodin, L., Golden, B., Assad, A., and Ball, M., Routing and Scheduling of Vehicles and Crews. (1983) *The State of the Art, Computer and Operations Research*, 10, pp. 63-211
- [2] Gendreau, M., Taillard, E.D., and Laporte, G. (1997) Vehicle Routing Problem with Multiple Use of Vehicles, *Journal of the Operation Research Society*, 36(3),pp. 919-935.
- [3] Braysy, O., and Gendreau, M. (2001) Genetic Algorithms for the Vehicle Routing Problem with Time Windows, *Arpakannus*, 1 pp.33-38
- [4] Suprayogi. (2003) Vehicle routing problem: definition, variants, and application, *Proceeding Seminar Nasional Perencanaan Sistem industri (SPNSI 2003)*, Bandung.
- [5] Archetti, C., Speranza, M. G., & Hertz, A. (2006) Tabu Search Algorithm for The Split Delivery Vehicle Routing Problem. *Transportation Science* Vol. 40, No. 1, 64-73
- [6] Ika Tofika Rini, Y.s. Palgunadi, Bambang Harjito. (2015) Algoritma Palgunadi Untuk menyelesaikan Single dan Multi Product Vehicle Routing Problem, *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi 2015 (SENTIKA 2015)*
- [7] D.B. Pailin dan Erlon Wattimena. (2015) Penerapan Algoritma Sequential Insertion Dalam Pendistribusian BBM di Kawasan Timur Indonesia (Studi Kasus Pada PT. Pertamina UPMS VIII Terminal Transit Wayeme-Ambon), *ARIKA*, Vol. 09, No. 1
- [8] Suprayogi, Daniel Bunga Paillin. (2017) Algoritma Genetika untuk Pemecahan Masalah Rute Kendaraan dengan Ukuran dan Campuran Armada, *Trip Majemuk, Pengiriman Terbagi, Produk Majemuk dan Kendaraan dengan Kompartemen Majemuk*, *Jurnal Teknik Industri*, Vol. 19, No. 2.
- [9] Putri Elkagianda L.A. dan Sarngadi Palgunadi. (2014) Implementasi Algoritma Palgunadi Sebagai Algoritma Baru dalam Optimalisasi Vehicle Routing Problem With Time Window (VRPTW). *Prosiding Seminar Nasional TI 2014 ISSN 1829-9156 Vol. II No 1*, Fakultas Teknologi Informasi Universitas Tarumanegara Jakarta.
- [10] Astri Desiana, AriYanuar Ridwan, Rio Aurachman.(2016) Penyelesaian Vehicle Routing Problem Untuk Minimasi Total Biaya Transportasi Pada PT XYZ dengan Metode Algoritma Genetika, *e-Proceeding of Engineering* Vol.3, No.2, Page 2566.
- [11] Toth, P. And Vigo, D. (2002) *Vehicle Routing Problem, Methods and Applications* Second Edition. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics.
- [12] Ary Arvianto, Aditya Setiawan, Singgih Saptadi. (2014) Model Vehicle Routing Problem dengan Karakteristik Rute Majemuk, Multiple Time Windows, Multiple Products dan Heterogeneous Fleet untuk Depot Tunggal. *Jurnal Teknik Industri*, Vol. 16, NO. 2, 85-96.