



Optimasi penentuan rute distribusi beras komersial Bulog menggunakan metode *branch and bound* dengan bantuan *software lingo*

Dhian Herdhiansyah¹, Asmila Yunissa¹, Weka Gusmiarty¹, Asriani^{2*}

¹*Ilmu dan Teknologi Pangan, Universitas Halu Oleo, Kendari, Indonesia*

²*Agribisnis, Universitas Muhammadiyah Kendari, Kendari, Indonesia*

Article history

Diterima:

13 Mei 2022

Diperbaiki:

17 Mei 2022

Disetujui:

3 Agustus 2022

Keyword

Branch and Bound;

Commercial Rice;

Lingo;

Optimization;

Route;

TSP

ABSTRACT

The purpose of this study was to optimize the distribution route of commercial rice for general logistics companies in Kendari City using the branch and bound method with the help of lingo software. This research was conducted at the Perum Bulog, Southeast Sulawesi Regional Office. Determination of the location of the research is done intentionally (purposive sampling) which considers that Perum Bulog in Kendari has regular customers, distributes its products, and requires optimization of route determination to optimize distribution costs. Variables in this study: (a) location and several customer requests; (b) Bulog's DC location and capacity; (c) the number and capacity of vehicles for the distribution of Bulog's commercial rice; and (d) the distance between Bulog's DC and customers and the distance between Bulog's commercial rice customers using Google Maps in the form of secondary data. Data analysis in research uses: (a) nearest neighbor method, done by starting from the Distribution Center Warehouse/DC Bulog Sultra as the starting point of distribution and then looking for customer points in Kendari City; (and (b) the branch and bound method assisted by the syntax script of the Lingo program. The study results show that the optimal route that can be used in the distribution of Bulog's commercial rice in Kendari City is from DC in Mandonga to all customers in various regions in Kendari City. Then returned to DC in Mandonga, where this route experienced a decrease in vehicle mileage from 424.83km to 349.59km. The branch and bound (BnB) method showed that it optimize distribution routes so that the distance traveled by vehicles on each route cluster is reduced.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

* Penulis korespondensi

Email : asriani@umkendari.ac.id

DOI 10.21107/agrointek.v17i2.14514

PENDAHULUAN

Ketahanan pangan merupakan salah satu indikator pertumbuhan ekonomi suatu negara dan dapat mencerminkan kemakmuran serta tolok ukur tingkat kesejahteraan, khususnya dalam hal produksi dan konsumsi rakyat (Asriani dan Herdhiansyah 2019). Perlunya optimalisasi pengelolaan sumberdaya alam yang ada di setiap daerah yang dilakukan secara terus menerus disesuaikan dengan karakteristik yang dimiliki setiap daerah (Herdhiansyah *et al.* 2012; Herdhiansyah dan Asriani 2018). Tekanan kompetisi antar perusahaan di tiap daerah serta meningkatnya tuntutan pelanggan terhadap suatu produk muncul seiring dengan berkembangnya teknologi dan informasi dalam dunia bisnis. Produk yang berkualitas, murah dan cepat merupakan tuntutan pelanggan yang akhirnya menimbulkan kesadaran perusahaan akan pentingnya peran serta semua pihak, baik *supplier* hingga jaringan distribusi yang menyampaikan produk ke tangan pelanggan. Selanjutnya hal ini menciptakan konsep yang dikenal dengan istilah manajemen rantai pasok atau *supply chain management* (SCM) (Puspitasari 2017).

Tahapan *supply chain* yang bisa menjadi kunci keuntungan dari perusahaan adalah proses distribusi dan transportasi yang baik. Distribusi mempengaruhi secara langsung biaya *supply chain* dan kebutuhan konsumen (Baharudin *et al.* 2020). Transportasi dalam proses distribusi sangat menentukan keberhasilan pengiriman produk ke lokasi distributor (Meliantari *et al.* 2018).

Pengiriman produk dengan kondisi yang baik, tepat waktu dan tempat yang sesuai serta terjangkau dapat sesuai harapan pelanggan (Azizah dan Oesman 2015). Kasus transportasi timbul ketika seseorang menentukan cara pendistribusian suatu jenis barang dari beberapa sumber ke beberapa tujuan (Sari *et al.* 2013). Dalam dunia bisnis, persaingan semakin ketat, sangat penting bagi perusahaan untuk membuat keputusan strategis dalam kegiatan operasional untuk mengoptimalkan dan mengatur rantai persediaan barang yang efektif dan efisien (Eka *et al.* 2017).

Kegiatan memindahkan produk dari sumber ke pelanggan dengan tepat waktu disebut pendistribusian produk. Perencanaan pendistribusian barang merupakan hal yang mutlak diperlukan bagi setiap perusahaan agar dapat memenuhi permintaan konsumen tepat

waktu, meminimalkan jarak tempuh dan mengurangi biaya transportasi (Garside dan Sutadisastra 2010). Lembaga yang terdapat pada saluran distribusi ialah produsen, distributor, konsumen atau industri (Hendriawan *et al.* 2020).

Distribusi merupakan faktor penting bagi sebuah perusahaan di mana ketepatan pengiriman produk harus memiliki dasar penjadwalan dan penentuan rute secara tepat (Sembiring dan Mansyur, 2018). Proses pendistribusian produk yang jika dilakukan tanpa adanya pola distribusi yang tepat akan membutuhkan biaya tinggi dan pemborosan waktu, jarak dan tenaga. Pemilihan rute yang tepat dan optimal dapat menjadi strategi penentu distribusi yang baik agar konsumen menerima produk dalam keadaan terjamin dan minim biaya (Pertiwi *et al.* 2020).

Penerapan metode transportasi yang tepat selain berguna untuk memperlancar pendistribusian, memaksimalkan pengalokasian dari tempat sumber ke tempat tujuan, juga berguna dalam usaha menekan total biaya transportasi (Safari *et al.* 2020). Barang dari satu tempat ke tempat yang lain memerlukan alat transportasi untuk pendistribusian, baik yang dimiliki sendiri maupun menyewa, tetap memerlukan biaya. (Tumanggor 2017).

Semakin jauh area yang ditempuh maka semakin banyak pula biaya yang dikeluarkan. Harga BBM yang mahal juga akan menyebabkan biaya distribusi akan semakin tinggi (Nugroho 2015). Pengiriman saat ini dapat dilakukan dengan 2 (dua) cara, yaitu pengiriman menggunakan armada perusahaan sendiri dan menggunakan jasa ekspedisi. Penentuan cara pengiriman ini perlu dipertimbangkan keefektifannya sehingga diperlukan sebuah penelitian (Hidayat dan Kristinawati 2014). Perum Bulog Kanwil Sultra mendistribusikan produk-produknya melalui 2 (dua) cara, berdasarkan kuantitas permintaan dan lokasi pelanggan. Pertama yaitu dengan menggunakan anak perusahaan (mitra) yang bergerak di bidang logistik, yaitu Jasa Prima Logistik (JPL) untuk mendistribusikan produk dengan kuantitas yang besar dan lokasi yang jauh, seperti di luar kota Kendari. Kedua, yaitu karyawan Bulog Sultra dan jika lokasinya masih di wilayah Kendari. Penentuan rute distribusi produk di Perum Bulog Sultra dilakukan dengan mengandalkan pengalaman dan pengetahuan karyawan sehingga rute dan waktu distribusi kurang efektif dan efisien (Bulog Sultra 2021).

Permasalahan ini dapat disebut sebagai *Vehicle Routing Problem (VRP)*. *Vehicle Routing Problem (VRP)* adalah masalah penentuan rute-rute yang optimal dari satu depot menuju sejumlah pelanggan yang tersebar secara geografis dengan memperhatikan sejumlah batasan (Sukarmawati *et al.* 2013). Optimasi adalah pencapaian suatu tindakan atau keadaan terbaik dari sebuah masalah keputusan dibawah pembatasan sumber daya yang tersedia. Sejalan dengan optimalisasi yang merupakan usaha memaksimalkan kegiatan sehingga mewujudkan keuntungan yang diinginkan atau dikehendaki (Fitri 2018).

Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan optimasi untuk memperoleh rute yang efektif dan dapat meminimasi biaya distribusi produk, khususnya beras komersial yang dikeluarkan agar Perum Bulog Kanwil Sultra dapat memperoleh keuntungan yang optimal dan dapat mewujudkan tujuannya sebagai BUMN untuk membangun negeri. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan metode *branch and bound* dengan bantuan *software Lingo*. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui optimasi penentuan rute distribusi beras komersial perusahaan umum badan urusan logistik di Kota Kendari menggunakan metode *branch and bound* dengan bantuan *software lingo*.

METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Perusahaan Umum Bulog Kanwil Sulawesi Tenggara, yang beralamat di Jl. Drs. Abdullah Silondae No. 1, Mandonga, Kota Kendari, Sulawesi Tenggara, 93111. Penentuan lokasi penelitian dilakukan secara sengaja (*purposive sampling*) yang mempertimbangkan bahwa Perum Bulog di Kendari memiliki pelanggan tetap yaitu pelanggan yang tiap bulan pasti melakukan permintaan terhadap produk beras komersial Bulog di Kanwil Sultra, mendistribusikan produknya sendiri dan diperlukan optimasi penentuan rute untuk mengoptimalkan biaya distribusi. Penelitian ini dilakukan pada Oktober 2021 sampai dengan Februari 2022.

Informan Penelitian

Informan utama dalam penelitian ini adalah Asisten Manager Bidang Bisnis pada Perusahaan Umum Badan Urusan Logistik Kantor Wilayah Sulawesi Tenggara yang mendistribusikan produknya yang kemudian terkait dengan *Vehicle*

Routing Problem (VRP) berupa penentuan rute kendaraan.

Jenis dan Sumber Data

Penelitian ini mengumpulkan informasi dari berbagai macam sumber data. Jenis data dalam penelitian ini ada 2 (dua), yakni data primer dan data sekunder: (a) data primer adalah data yang secara langsung dikumpulkan sendiri oleh peneliti dari informan penelitian (Situmorang dan Lufti, 2021). Pada penelitian ini data primer diperoleh dari hasil wawancara oleh peneliti kepada informan utama penelitian; dan (b) data sekunder adalah data yang diperoleh dari studi-studi sebelumnya atau yang diterbitkan oleh berbagai instansi lain (Situmorang dan Lufti, 2021). Pada penelitian ini data sekunder diperoleh dari Perum Bulog Kanwil Sultra terkait variabel penelitian serta data dari *Google Maps* terkait jarak pelanggan beras komersial Bulog Kota Kendari dari Gudang *Distribution Centre (DC)* Bulog maupun jarak antar pelanggan.

Metode Pengumpulan Data

1. *Interview*, yaitu dengan melakukan wawancara atau tanya jawab kepada informan penelitian (Hardani *et al.* 2020). Dalam penelitian ini, wawancara dilakukan dengan pihak Perum Bulog Kanwil Sultra, tepatnya informan utama penelitian, yaitu Asisten Manajer Bisnis mengenai sistem distribusi produk, khususnya beras komersial Bulog di Kota Kendari.
2. Observasi, yaitu melakukan penelitian dengan cara mengamati langsung kegiatan pada penelitian (Hardani *et al.* 2020). Observasi yang dilakukan pada penelitian ini yaitu distribusi yang berjalan (*eksisting*) di Perum Bulog Sultra, khususnya beras komersial Bulog di Kota Kendari.
3. Kajian literatur, yaitu perolehan sumber-sumber informasi dari karya ilmiah, jurnal, artikel dan literatur yang lain (Hardani *et al.* 2020). Informasi yang diperoleh berupa metode maupun terkait permasalahan lain pada penelitian ini.

Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini, yaitu: (a) lokasi dan jumlah permintaan pelanggan; (b) lokasi dan kapasitas DC Bulog Kota Kendari; (c) jumlah dan kapasitas muatan kendaraan untuk distribusi beras komersial Bulog Kota Kendari; dan (d) jarak antara DC Bulog di Kota Kendari dengan pelanggan dan jarak antar pelanggan beras

komersial Bulog di Kota Kendari dengan menggunakan *Google Maps* yang berupa data sekunder.

Analisis Data

Metode *nearest neighbor*, dilakukan dengan memulai dari Gudang *Distribution Centre/DC* Bulog Sultra sebagai titik awal distribusi kemudian mencari titik pelanggan di Kota Kendari pada Tanggal 3 sampai 10 Desember 2021 yang terdekat. Selanjutnya pilih titik pelanggan kedua yang belum dikunjungi dan memiliki jarak yang minimum dari titik pelanggan pertama. Mengulangi langkah sebelumnya hingga semua pelanggan dikunjungi dan rute terbentuk. Menghitung hasilnya dengan cara menghubungkan dan menjumlahkan jarak dari awal sampai akhir rute sehingga terbentuk satu

atau lebih rute yang disesuaikan dengan kapasitas angkut kendaraan (Hutasoit *et al.* 2014).

Metode *branch and bound* yang dibantu dengan *syntax script* program *Lingo*. Adapun *script* program yang akan digunakan dalam pemecahan masalah TSP tersedia pada *user manual* program *Lingo* dan dapat dilihat pada Gambar 1.

Menurut Moriza *et al.* (2016) berikut ini merupakan petunjuk perbaikan rute pada bahasa pemrograman *Lingo*: (a) pada ‘city’ diberi inputan jumlah pelanggan beras komersial Bulog di Kota Kendari dalam satu minggu; (b) selanjutnya pada ‘data’ diberi inputan matriks jarak dari pelanggan-pelanggan beras komersial Bulog di Kota Kendari pada setiap minggu tersebut; dan (c) setelah itu pilih tombol *solve*.

```

MODEL:
SETS:
CITY / 1.. /: U; LINK( CITY, CITY):
DIST,
X;
ENDSETS
DATA:
DIST =
ENDDATA
N = @SIZE( CITY);
MIN = @SUM( LINK: DIST * X);
@FOR( CITY( K):
@SUM( CITY( I) | I #NE# K: X( I, K)) = 1;
@SUM( CITY( J) | J #NE# K: X( K, J)) = 1;
@FOR( CITY( J) | J #GT# 1 #AND# J #NE# K:
U( J) >= U( K) + X( K, J) -
( N - 2) * ( 1 - X( K, J)) +
( N - 3) * X( J, K)
);
);
@FOR( LINK: @BIN( X));
@FOR( CITY( K) | K #GT# 1:
U( K) <= N - 1 - ( N - 2) * X( 1, K);
U( K) >= 1 + ( N - 2) * X( K, 1)
);
END
    
```

Gambar 1 Script Program Lingo untuk Penyelesaian Metode Branch and Bound (Agus *et al.* 2019)

Tabel 1 Data waktu *drop out*, jumlah permintaan dan kode pelanggan beras komersial Bulog di Kendari

Permintaan (kg)	Kode	Permintaan (kg)	Kode	Permintaan (kg)	Kode	Permintaan (kg)	Kode	Permintaan (kg)	Kode
3.300	A1	1.000	B1	750	C1	4.400	D1	850	E1
4.600	A2	1.650	B2	650	C2	7.650	D2	550	E2
2.000	A3	1.200	B3	1.250	C3	33	D3	600	E3
850	A4	1.000	B4	690	C4	2.200	D4	700	E4
1.200	A5	850	B5	770	C5	24.500	D5	900	E5
1.750	A6	750	B6	630	C6	3.000	D6	650	E6
1.000	A7	1.270	B7	900	C7	800	D7	500	E7
650	A8	2.000	B8	550	C8	1.000	D8	1.300	E8
25.000	A9	600	B9	650	C9	1.400	D9	4.000	E9
25.000	A9	1.000	B10	510	C10	800	D10	3.000	E10
								3.000	E11

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diperoleh dari Perum Bulog Kanwil Sultra adalah data waktu *drop out*, jumlah permintaan dan kode pelanggan beras komersial Bulog di Kota Kendari pada Tabel 1. Kemudian data ini diolah menjadi matriks jarak dari gudang DC ke pelanggan dan antar pelanggan pada Tabel 2 – Tabel 6 serta rute yang telah terbentuk berdasarkan kapasitas muatan kendaraan pada Tabel 7 - Tabel 11 menurut data kendaraan distribusi Perum Bulog Kanwil Sultra.

Asumsi dalam penentuan rute distribusi

Penentuan rute distribusi memiliki beberapa faktor dimana terdapat beberapa asumsi yang penulis gunakan, agar masalah yang begitu kompleks menjadi lebih sederhana sehingga dapat dengan mudah menentukan model rute dan mencari solusi permasalahan distribusi produk. Berikut ini beberapa asumsi yang digunakan merujuk pada penelitian Auliani (2020): (a) jumlah permintaan setiap pelanggan sudah diketahui sebelumnya; (b) setiap pelanggan

terhubung satu sama lain dan jarak antar lokasi simetris, artinya jarak dari pelanggan *i* ke pelanggan *j* sama dengan jarak dari pelanggan *j* ke pelanggan *i*; (c) lama waktu pendistribusian beras komersial Bulog tidak ditentukan tetapi tergantung dari tanggal *drop out* setiap pelanggan yang terdapat pada data yang diperoleh dari Bulog; (d) kecepatan kendaraan tidak diperhitungkan dalam penelitian ini; (e) keadaan lalu lintas dan kecelakaan tidak mempengaruhi distribusi dalam penelitian ini; dan (f) data yang digunakan adalah Data realisasi penjualan beras komersial Bulog tanggal 3 sampai 10 Desember 2021.

Rute optimal yang dapat digunakan dalam distribusi beras komersial Bulog di Kota Kendari

Penentuan rute optimal yang dapat digunakan dalam distribusi beras komersial Bulog di Kota Kendari diolah dengan menggunakan metode *nearest neighbour* dan selanjutnya rute tersebut diperbaiki menggunakan metode *branch and bound* dengan bantuan *software Lingo*.

Tabel 2 Matriks jarak pelanggan beras komersial Bulog di Kendari

Jarak	DC	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
DC	0	26	2,9	13	7,8	1,3	2,3	1,4	1,7	2,3	2,3
A1	26	0	24	25	21	25	24	24	25	25	25
A2	2,9	24	0	11	6,5	1,8	1,8	1,4	1,6	1,6	1,6
A3	13	25	11	0	4,6	11	7,4	11	11	11	11
A4	7,8	21	6,5	4,6	0	6,9	3,4	6,9	7,2	7,3	7,3
A5	1,3	25	1,8	11	6,9	0	1	0,16	0,45	0,5	0,5
A6	2,3	24	1,8	7,4	3,4	1	0	0,95	0,75	0,65	0,65
A7	1,4	24	1,4	11	6,9	0,16	0,95	0	0,28	0,35	0,35
A8	1,7	25	1,6	11	7,2	0,45	0,75	0,28	0	0,19	0,19
A9	2,3	25	1,6	11	7,3	0,5	0,65	0,35	0,19	0	0
A10	2,3	25	1,6	11	7,3	0,5	0,65	0,35	0,19	0	0

Tabel 3 Matriks jarak pelanggan beras komersial Bulog di Kendari

Jarak	DC	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9
DC	0	6,5	10	2,8	9,7	14	8,6	9,6	2,3	4,8
B1	6,5	0	4	9	14	18	13	14	8,6	8,8
B2	10	4	0	11	9,7	17	8,6	9,6	12	6,4
B3	2,8	9	11	0	9,7	13	8,6	9,6	2,6	4,8
B4	9,7	14	9,7	9,7	0	10	1,4	0,1	11	5,5
B5	14	18	17	13	10	0	9,9	11	16	13
B6	8,6	13	8,6	8,6	1,4	9,9	0	1,3	9,8	4,4
B7	9,6	14	9,6	9,6	0,1	11	1,3	0	11	5,3
B8	2,3	8,6	12	2,6	11	16	9,8	11	0	5,9
B9	4,8	8,8	6,4	4,8	5,5	13	4,4	5,3	5,9	0

Tabel 4 Matriks jarak pelanggan beras komersial Bulog di Kendari

Jarak	DC	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
DC	0	5	8,8	2	11	4,2	7,4	5,1	7,9	2,3	9,2
C1	5	0	4,8	4,1	9,8	6	11	7,2	10	7	5,1
C2	8,8	4,8	0	8,2	6,3	10	9,5	11	8,7	11	4
C3	2	4,1	8,2	0	13	1,9	6,2	6,6	9,4	3,5	8,8
C4	11	9,8	6,3	13	0	15	15	6,2	4,8	14	9,9
C5	4,2	6	10	1,9	15	0	5,3	8,7	11	5,7	8,1
C6	7,4	11	9,5	6,2	15	5,3	0	12	15	9,5	7,3
C7	5,1	7,2	11	6,6	6,2	8,7	12	0	2,8	8,1	12
C8	7,9	10	8,7	9,4	4,8	11	15	2,8	0	11	12
C9	2,3	7	11	3,5	14	5,7	9,5	8,1	11	0	11
C10	9,2	5,1	4	8,8	9,9	8,1	7,3	12	12	11	0

Tabel 5 Matriks jarak pelanggan beras komersial Bulog di Kendari

Jarak	DC	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
DC	0	2,9	8,5	8,2	5,5	2,3	6,6	2,9	2	2,1	2,2
D1	2,9	0	9,6	11	8,1	1,2	6	1,2	1,9	1,6	1,7
D2	8,5	9,6	0	16	13	8	13	7,5	7,7	8,4	7,5
D3	8,2	11	16	0	2,8	9,8	9	11	9,9	9,5	10
D4	5,5	8,1	13	2,8	0	6,9	9,6	7,8	7	6,6	7,4
D5	2,3	1,2	8	9,8	6,9	0	6	1,2	0,5	0,5	0,55
D6	6,6	6	13	9	9,6	6	0	7	6,2	5,4	6,2
D7	2,9	1,2	7,5	11	7,8	1,2	7	0	1,1	1,4	0,6
D8	2	1,9	7,7	9,9	7	0,5	6,2	1,1	0	0,75	0,9
D9	2,1	1,6	8,4	9,5	6,6	0,5	5,4	1,4	0,75	0	0,95
D10	2,2	1,7	7,5	10	7,4	0,55	6,2	0,6	0,9	0,95	0

Tabel 6 Matriks jarak pelanggan beras komersial Bulog di Kendari

Jarak	DC	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11
DC	0	3,4	2,1	2,6	8,6	1,3	1,9	5,3	1,1	3,7	3,7	7,8
E1	3,4	0	2,5	1,6	7,4	2,2	1,9	2,9	2,3	5,7	7	11
E2	2,1	2,5	0	1,3	8	0,5	0,5	3,8	1	4,1	5,5	9,4
E3	2,6	1,6	1,3	0	8,5	1,3	1	2,8	0,7	4	6,3	11
E4	8,6	7,4	8	8,5	0	7,6	7,5	8,9	8,5	11	10	16
E5	1,3	2,2	0,5	1,3	7,6	0	0,65	3,8	1	3,6	5,1	8,8
E6	1,9	1,9	0,5	1	7,5	0,65	0	3,6	0,85	4,2	5,4	9,5
E7	5,3	2,9	3,8	2,8	8,9	3,8	3,6	0	2,4	5,1	8,3	12
E8	1,1	2,3	1	0,7	8,5	1	0,85	2,4	0	4,1	6	9,4
E9	3,7	5,7	4,1	4	11	3,6	4,2	5,1	4,1	0	7,2	6,7
E10	3,7	7	5,5	6,3	10	5,1	5,4	8,3	6	7,2	0	12
E11	7,8	11	9,4	11	16	8,8	9,5	12	9,4	6,7	12	0

Penentuan solusi awal dilakukan untuk membentuk dan mengelompokkan rute distribusi berdasarkan jarak tempuh dan kapasitas kendaraan menggunakan metode *nearest neighbor* (NN). Metode NN merupakan salah satu metode heuristik. Solusi yang diperoleh dengan menggunakan metode ini sebatas pendekatan untuk mencari rute yang terbaik. Penggunaan algoritma NN membuat efektif dalam penerapannya, yaitu dengan mencari konsumen yang dilayani berdasarkan jarak terdekat dari

lokasi terakhir kendaraan untuk selanjutnya didistribusikan.

Metode ini didasarkan pada data waktu *drop out*, jumlah permintaan dan kode pelanggan beras komersial Bulog di Kota Kendari, matriks jarak dari gudang DC ke pelanggan dan antar pelanggan serta rute yang telah terbentuk berdasarkan kapasitas muatan kendaraan distribusi Perum Bulog Kanwil Sultra. Rute-rute yang telah terbentuk ini dapat berubah setiap bulan tergantung dari jumlah permintaan dan waktu

pemesanan oleh pelanggan. Setiap pelanggan melakukan pemesanan dengan waktu dan permintaan yang tidak tetap tiap bulannya sehingga rute kendaraan untuk distribusinya juga selalu berubah.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data realisasi penjualan beras komersial Bulog Tanggal 3 sampai 10 Desember 2021

sesuai dengan waktu pelaksanaan penelitian pada bulan Desember 2021. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Wulandari (2020), Auliani (2020) dan Moriza et al. (2016) yang menggunakan jenis data yang sama dengan kurun waktu yang sama mampu diperoleh hasil penelitian yang efisien. Hasil pengolahan dengan metode *nearest neighbor* (NN) dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 7 Data rute, jumlah permintan, total jarak dan kendaraan yang digunakan tiap rute

Kode	Permintaan (kg)	Rute	Total Permintaan 1 Rute (kg)	Total Jarak 1 Rute (km)	Kenda-raan
A1	3.300	DC-A1-A2-A3-DC	9.900	74	Truk
A2	4.600				
A3	2.000				
A4	850				
A5	1.200	DC-A4-A5-A6-A7-A8-DC	5.450	18,63	Truk
A6	1.750				
A7	1.000				
A8	650				
A9	50.000	DC-A9-DC	50.000	23	Truk

Tabel 8 Data rute, jumlah permintan, total jarak dan kendaraan yang digunakan tiap rute

Kode	Permintaan (kg)	Rute	Total Permintaan 1 Rute (kg)	Total Jarak 1 Rute (km)	Kenda-raan
B1	1.000	DC-B1-B2-B3-B4-B5-B6-B7-B8-DC	9.720	65,7	Truk
B2	1.650				
B3	1.200				
B4	1.000				
B5	850				
B6	750				
B7	1.270				
B8	2.000				
B9	600	DC-B9-DC	600	9,6	Viar

Tabel 9 Data rute, jumlah permintan, total jarak dan kendaraan yang digunakan tiap rute

Kode	Permintaan (kg)	Rute	Total Permintaan 1 Rute (kg)	Total Jarak 1 Rute (km)	Kenda-raan
C1	750	DC-C1-C2-CC3-C4-C5-C6-C7-C8-C9-C10-DC	7.350	97,3	Truk
C2	650				
C3	1.250				
C4	690				
C5	770				
C6	630				
C7	900				
C8	550				
C9	650				
C10	510				

Tabel 10 Data rute, jumlah permintan, total jarak dan kendaraan yang digunakan tiap rute

Kode	Permintaan (kg)	Rute	Total Permintaan 1 Rute (kg)	Total Jarak 1 Rute (km)	Kendaraan
D2	7.650	DC-D2-DC	7.650	17	Truk
D1	4.400				
D3	33	DC-D1-D3-D4-	9.633	33	Truk
D4	2.200	D6-DC			
D6	3.000				
D5	24.500	DC-D5-DC	24.500	14	2 Truk
D7	800	DC-D7-D10-	1.600	5,7	<i>Pick up</i>
D10	800	DC			
D8	1.000	DC-D8-D9-DC	2.400	4,9	<i>Pick up</i>
D9	1.400				

Tabel 11 Data rute, jumlah permintan, total jarak dan kendaraan yang digunakan tiap rute

Kode	Permintaan (kg)	Rute	Total Permintaan 1 Rute (kg)	Total Jarak 1 Rute (km)	Kendaraan
E1	850				
E2	550				
E3	600	DC-E1-E2-E3- E4-E5-E6-E7- E8-DC	6.050	31	Truk
E4	700				
E5	900				
E6	650				
E7	500				
E8	1.300				
E9	4.000	DC-E9-E10- E11-DC	10.000	31	Truk
E10	3.000				
E11	3.000				

Berdasarkan Tabel 13, diperoleh selisih tertinggi dari total jarak rute sebelumnya (*existing*) dengan total jarak rute menggunakan metode *nearest neighbor* adalah 33,2 km untuk rute tanggal 7 gelombang kedua yang menggunakan truk dengan total jumlah permintaan pelanggan sebesar 7.350 kg. Selisih tertinggi dari total jarak rute ini disebabkan banyaknya titik pelanggan yang perlu dikunjungi dalam satu rute dan keteraturan urutan kunjungan (rute) tiap kluster. Selisih terendah yaitu -0,3 km untuk rute tanggal 8 dan 9 kluster keempat yang menggunakan *pick up* dengan total jumlah permintaan pelanggan sebesar 2.400 kg. Hal ini disebabkan karena metode ini hanya mencari titik terdekat dari titik awal dan seterusnya serta mengabaikan titik lain yang mungkin berpotensi untuk dijadikan titik selanjutnya dalam rangka mencari rute optimum, sehingga dalam penelitian ini akan digunakan sebagai solusi awal sebelum memulai metode *branch and bound*.

Penggunaan metode NN pada pengelompokkan rute terbukti dapat menurunkan

jarak tempuh rute. Hal sama juga dibuktikan pada penelitian sebelumnya diantaranya Wulandari (2020), Moriza et al. (2016) dan Triyanto et al. (2015). Pada penelitian Wulandari (2020) bahwa selisih total jarak antara kondisi awal dengan setelah menggunakan metode NN adalah sebesar 594,4 km. Pada penelitian Moriza et al. (2016) bahwa selisih total jarak antara kondisi awal dengan setelah menggunakan metode NN adalah sebesar 77,65 km. Pada penelitian Triyanto et al. (2015) bahwa selisih total jarak antara kondisi awal dengan setelah menggunakan metode NN adalah sebesar 4,8 km.

Penentuan Rute Perbaikan Menggunakan Metode *Branch and Bound* dengan Bantuan *Software Lingo*

Penyelesaian dengan metode *branch and bound* bertujuan untuk mencari alternatif solusi rute dengan jarak yang minimum dengan bantuan *software Lingo 18.0x64*. Seluruh data dan fungsi didefinisikan sesuai dengan *script syntax branch and bound* dari program sesuai dengan bahasa

Lingo dan mengacu pada penelitian Wulandari (2020).

Usulan rute ini dirancang dengan menggunakan *clustering* pelanggan mana saja yang akan dikunjungi oleh setiap kendaraan. Pengolahan data pada metode ini memiliki beberapa *cluster* berdasarkan kapasitas kendaraan yang tersedia sesuai dengan solusi awal menggunakan metode *nearest neighbor*. Dihasilkan rute kendaraan untuk pendistribusian beras komersial Bulog di Kota Kendari pada Tanggal 3 sampai 10 Desember 2021 yang dapat meminimumkan total biaya bahan bakar sehingga biaya distribusi yang perlu dikeluarkan berkurang.

Selisih tertinggi dari total jarak rute sebelumnya (*existing*) dengan total jarak rute menggunakan metode *branch and bound* adalah 33,2 km untuk rute Tanggal 7 gelombang kedua. Selisih tertinggi dari total jarak rute ini dapat disebabkan oleh banyaknya titik pelanggan yang perlu dikunjungi dalam satu rute yang bersifat besar (global). Selisih terendah dari dari total jarak rute sebelumnya (*existing*) yaitu 0 km pada beberapa kluster rute yang lain. Hal ini disebabkan jumlah titik pelanggan yang perlu dikunjungi yang sedikit, dimana rute yang terbentuk tidak dapat diubah lagi.

Tabel 12 Data kendaraan distribusi Perum Bulog Kanwil Sultra

Jenis	BBM yang digunakan	Kapasitas (kg)	Konsumsi BBM (km per liter)	Jumlah
Truk	Solar (<i>Dexlite</i>)	10.000	5	2
<i>Pick up</i>	Bensin (<i>Pertalite</i>)	2.500	12	1
Viar	Bensin (<i>Pertalite</i>)	600	30	1

(Sumber: Bulog Sultra, 2022)

Tabel 13 Rute yang Terbentuk Menggunakan Metode Nearest Neighbor

Tgl	Rute <i>Existing</i> (E)	Total Jarak Rute E (km)	Rute <i>Nearest Neighbor</i> (NN)	Total Jarak Rute NN (km)	Selisih total jarak rute E dan NN (km)	Total Permintaan tiap Rute (kg/bln)	Kendaraan
3	DC-A1-A2-A3-DC	74	DC-A2-A3-A1-DC	64,9	9,1	9.900	Truk
	DC-A4-A5-A6-A7-A8-DC	18,63	DC-A5-A7-A8-A6-A4-DC	13,69	4,94	5.450	Truk
	DC-A9-DC	23	DC-A9-DC	23	0	50.000	Truk
7 gel.	DC-B1-B2-B3-B4-B5-B6-B7-B8-DC	65,7	DC-B8-B3-B6-B7-B4-B2-B1-B5-DC	60,6	5,1	9.720	Truk
	DC-B9-DC	9,6	DC-B9-DC	9,6	0	600	Viar
7 gel.	DC-C1-C2-CC3-C4-C5-C6-C7-C8-C9-C10-DC	97,3	DC-C3-C5-C6-C10-C1-C2-C9-C7-C8-C4-DC	64,1	33,2	7.350	Truk
	DC-D2-DC	17	DC-D2-DC	17	0	7.650	Truk
8 dan 9	DC-D1-D3-D4-D6-DC	33	DC-D1-D6-D3-D4-DC	26,2	6,8	9.633	Truk
	DC-D5-DC	14	DC-D5-DC	14	0	24.500	2 truk
10	DC-D7-D10-DC	5,7	DC-D10-D7-DC	6	-0,3	1.600	<i>Pick up</i>
	DC-D8-D9-DC	4,9	DC-D8-D9-DC	4,9	0	2.400	<i>Pick up</i>
	DC-E1-E2-E3-E4-E5-E6-E7-E8-DC	31	DC-E8-E3-E6-E2-E5-E1-E7-E4-DC	25	6	6.050	Truk
	DC-E9-E10-E11-DC	31	DC-E9-E11-E10-DC	26	5	10.000	Truk

(Sumber: Data Olahan Primer, 2022)

Tabel 14 Perbaikan Rute Menggunakan Metode Branch and Bound dengan Bantuan Software Lingo

Tgl	Rute Existing (E)	Total Jarak Rute E (km)	Rute Branch and Bound (BnB)	Total Jarak Rute BnB (km)	Selisih total jarak rute E dan BnB (km)
3	DC-A1-A2-A3-DC	74	DC- A2-A3-A1-DC	64,9	9,1
	DC-A4-A5-A6-A7-A8-DC	18,63	DC-A5-A7-A8-A6-A4-DC	13,69	4,94
	DC-A9-DC	23	DC-A9-DC	23	0
7 gel. 1	DC-B1-B2-B3-B4-B5-B6-B7-B8-DC	65,7	DC-B8-B3-B6-B7-B4-B2-B1-B5-DC	60,6	5,1
	DC-B9-DC	9,6	DC-B9-DC	9,6	0
7 gel. 2	DC-C1-C2-CC3-C4-C5-C6-C7-C8-C9-C10-DC	97,3	DC-C3-C5-C6-C10-C2-C1-C9-C7-C8-C4-DC	59	38,3
8 dan 9	DC-D2-DC	17	DC-D2-DC	17	0
	DC-D1-D3-D4-D6-DC	33	DC-D1-D6-D3-D4-DC	26,2	6,8
	DC-D5-DC	14	DC-D5-DC	14	0
	DC-D7-D10-DC	5,7	DC- D7- D10-DC	5,7	0
	DC-D8-D9-DC	4,9	DC-D8-D9-DC	4,9	0
10	DC-E1-E2-E3-E4-E5-E6-E7-E8-DC	31	DC-E8-E3-E6-E2-E5-E1-E7-E4-DC	25	6
	DC-E9-E10-E11-DC	31	DC-E9-E11-E10-DC	26	5
Total		424,83	Total	349,59	

Sumber: Data Olahan Primer (2022)

Rute yang terbentuk untuk melayani pelanggan dengan permintaannya masing-masing di berbagai lokasi yang berbeda menggunakan metode *branch and bound* (BnB) mampu meminimalkan rute yang perlu ditempuh dalam mendistribusikan beras komersial Bulog di Kota Kendari. Penggunaan metode *branch and bound* mengoptimalkan rute distribusi sehingga total jarak tempuh kendaraan pada tiap kluster rute menjadi berkurang yaitu dari yang sebelumnya 424,83 km menjadi 349,59 km. Hasil yang sama juga terbukti pada penelitian yang dilakukan oleh Wulandari (2020), Moriza et al. (2016) dan Triyanto et al. (2015). Pada penelitian Wulandari (2020) bahwa selisih total jarak antara kondisi awal dengan setelah menggunakan metode BnB adalah sebesar 692,8 km. Pada penelitian Moriza et al. (2016) bahwa selisih total jarak antara kondisi awal dengan setelah menggunakan metode BnB adalah sebesar 135,39 km. Pada penelitian Triyanto et al. (2015) bahwa selisih total jarak antara kondisi awal dengan setelah menggunakan metode BnB adalah sebesar 29,6 km.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Rute optimal yang dapat digunakan dalam distribusi beras komersial Bulog di Kendari sesuai dengan kapasitas kendaraan, yaitu: dari DC di Mandonga ke seluruh pelanggan di berbagai daerah di Kota Kendari lalu kembali ke DC di Mandonga dimana rute ini mengalami penurunan jarak tempuh kendaraan yang sebelumnya sebesar 424,83 km menjadi 349,59 km. Metode *branch and bound* (BnB) menunjukkan mampu meminimalkan rute yang perlu ditempuh dalam mendistribusikan beras komersial Bulog di Kendari serta mampu mengoptimalkan rute distribusi sehingga jarak tempuh kendaraan pada tiap kluster rute menjadi berkurang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada pihak Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Pertanian Universitas Halu Oleo Kendari yang telah mendukung pelaksanaan penelitian dan membantu secara langsung pelaksanaan pengambilan data penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, M., Wolok, E., & Lahay, I. H. 2019. Optimasi Rute Distribusi LPG 3 Kg PT. XYZ Menggunakan Metode *Nearest Neighbour* dan Metode *Branch and Bound*. *Seminar Nasional Teknologi, Sains dan Humaniora 2019 (SemanaTECH 2019)*. 269-276.
- Asriani, dan Herdhiansyah, D. 2019. Factors Affecting The Economic Policy Of Food In Indonesia. *Mega Aktivita: Jurnal Ekonomi dan Manajemen* 8 (1), 11-17. DOI: <http://dx.doi.org/10.32833/majem.v8i1.76>
- Azizah, U. N., & Oesman, T. I. 2015. Optimalisasi Biaya Distribusi Produk PT. Madubaru dengan Pendekatan Metode *Saving Matrix* dan *Generalized Assignment*. *Jurnal Rekayasa dan Inovasi Teknik Industri*, 3(2), 102–110.
- Baharudin, D. S., Salsabila, S., Anggraeni, N. F. 2020. Optimasi Penentuan Rute Kendaraan Distribusi Produk Air Minum Kemasan Galon Menggunakan Kombinasi Algoritma Genetika dan Pencarian Tabu di Depot Air Minum Isi Ulang Banyu Belik Purwokerto. *Jurnal Teknik: Media Pengembangan Ilmu Dan Aplikasi Teknik*. 19(01): 24-33.
- Bulog. 2015. *Laporan Tahunan 2015 Perum Bulog*. Jakarta. Bulog.
- Bulog Sultra. 2021. *Hasil Wawancara-Distribusi Bulog Sultra For The Front Line*. Kendari. Bulog Sultra.
- Eka R, V., Subchan, & Mudjiati, T. 2017. Pendekatan Goal Programming Untuk Penentuan Rute Kendaraan pada Kegiatan Distribusi. *Limits: Journal of Mathematics and Its Applications*, 9(1), 1–15. <https://doi.org/10.12962/j1829605x.v9i1.2120>
- Fitri, S. R. 2018. Optimasi Jalur Distribusi Produk dengan Menggunakan Metode *Saving Matrix* untuk Penghematan Biaya Operasional. *Journal Valtech*. 1(1): 103-109.
- Garside, A. K., & Sutadisastra, N. M. J. 2010. Perencanaan Distribusi LPG dengan Periodic Vehicle Routing Problem guna Minimasi Biaya Transportasi (Studi Kasus: PT. Gading Mas Indah Malang). *Performa*, 9(1), 29–38.
- Hardani, Andriani, H., Ustiawaty, J., Utami E.F., Istiqomah, R.R., Fardani, R.R., Sukmana, D.J., Auliya, N.H. 2020. *Metode Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif*. Pustaka Ilmu. Yogyakarta.
- Hendriawan, Nugraha, S., Fauzi, M. 2020. Pengaplikasian Metode *Stepping Stone* pada *Software Lingo* untuk Mencari Optimasi Biaya (Studi Kasus PT. ASM Mobil). *Journal of Integrated System*. 3(1): 49-58.
- Herdhiansyah, Dhian, Asriani. 2018. Strategi Pengembangan Agroindustri Komoditas Kakao di Kabupaten Kolaka – Sulawesi Tenggara *Jurnal Agroindustri Halal* 4 (1), 030-041. DOI: <http://dx.doi.org/10.30997/jah.v4i1.1124>
- Herdhiansyah, Dhian, Sutiarso, L., Purwadi, D., Taryono. 2012. Analisis Potensi Wilayah untuk Pengembangan Perkebunan Komoditas Unggulan di Kabupaten Kolaka Sulawesi Tenggara. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 22 (2), 106-114.
- Hidayat, T. P., & Kristinawati, A. 2014. Usulan Penentuan Strategi Pendistribusian yang Optimal (Studi Kasus: PT. X). *Jurnal Metris*, 15, 111–118.
- Hutasoit, C. S., Susanty, S., Imran, A. 2014. Penentuan Rute Distribusi Es Balok Menggunakan Algoritma *Nearest Neighbour* dan *Local Search* (Studi kasus di PT X). *Reka Integra*. 02(02): 268-276.
- Kartika, R., Basari, M. A., Iskandar, Y., & Adhitia, L. 2019. Optimasi Distribusi Dengan Metode Transportasi. *Sustainable Competitive Advantage*, 9(1), 189–206. <http://jp.feb.unsoed.ac.id/index.php/sca-1/article/viewFile/1408/1437>
- Meliantari, K., Githa, D. P., & Wirdiani, N. K. A. 2018. Optimasi Distribusi Produk Menggunakan Metode Cheapest Insertion Heuristic Berbasis Web. *Jurnal Ilmiah Merpati (Menara Penelitian Akademika Teknologi Informasi)*, 6(3), 204–213. <https://doi.org/10.24843/jim.2018.v06.i03.p07>

- Moriza, D., Adiyanto, H., Nurdiansyah, Y. 2016. Rute Pendistribusian Air Mineral dalam Kemasan Menggunakan Metode *Nearest Neighbour* dan *Branch and Bound* di PT. Agronesia BMC. *Reka Integra Itenas*. 4(2): 195-205.
- Muhamad, G. N., Fadilah, R., & Fauzi, M. 2020. Optimalisasi Biaya Distribusi Beras Subsidi Dengan Model Transshipment. *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian Dan Karya Ilmiah Dalam Bidang Teknik Industri*, 6(1), 40–43. <https://doi.org/10.24014/jti.v6i1.9476>
- Nugroho, D. P. 2015. Optimasi Solusi Permasalahan Rute Kendaraan dengan Pemerataan Beban Menggunakan *Genetic Algorithm*. *Jurnal Penelitian Transportasi Multimoda*. 13(1): 1-10.
- Pertiwi, P. P., Iriani, Ariyani, E. 2020. Penentuan Rute Distribusi Produk dengan Metode Algoritma *Clark and Wright Saving Heuristic* untuk Meminimumkan Biaya Distribusi di PT X. *Juminten: Jurnal Manajemen Industri dan Teknologi*. 1(2): 24-32.
- Puspitasari, Y. 2017. Penentuan Rute Distribusi Produk Mie Menggunakan Algoritma Heuristik Klasik dan *Cluster Based Optimization Approach* pada PT. Surya Pratista Utama (Suprama) Cabang Malang. *Skripsi*. Universitas Brawijaya.
- Safari, L. M., Ceffi, M. S., Suprpto, M. 2020. Optimasi Biaya Pengiriman Beras Menggunakan Model Transportasi Metode *North West Corner* (NWC) dan *Software Lingo*. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan*. 6(3): 184-189.
- Sari, D. P., Bu'ulolo, F., & Ariswoyo, S. 2013. Optimasi Masalah Transportasi dengan Menggunakan Metode Potensial pada Sistem Distribusi PT. XYZ. *Saintika Matematika*, 1(5), 407–418.
- Sembiring, B., & Mansyur, A. 2018. Optimasi Pendistribusian Produk Aqua dengan Menggunakan Metode Least Cost dan Modified Distribution (Studi Kasus di PT. Tirta Sibayakindo). *Jurnal Sains Indonesia*, 42(1), 17–21.
- Situmorang, S. H., Lufti, M. 2021. *Analisis Data*. USU Press. Medan.
- Sukarmawati, Y., Nahry, & Hartono, D. M. 2013. Optimalisasi Rute Pengumpulan Sampah di Kawasan Perumahan Pesona Khayangan dengan Model Penyelesaian Travelling Salesman Problem. *Jurnal Transportasi*, 13(1), 1–8.
- Syam, R., Sukarna, & Asyhari, M. N. A. 2020. Model Transportasi dan Terapannya dalam Optimalisasi Biaya Distribusi Beras Miskin di Kota Makassar oleh Perum Bulog Sub Divre Makassar Tahun 2016. *Journal of Mathematics Computations and Statistics*, 2(2), 126–140. <https://doi.org/10.35580/jmathcos.v2i2.12575>
- Triyanto, F., Adianto, H., Susanty, S. 2015. Usulan Rancangan Rute Distribusi Gas LPG 3 Kg Menggunakan Metode Heuristik dan Metode *Branch and Bound* di PT. X. *Reka Integra*. 03(03): 194-205.
- Tumanggor, A. I. 2017. Optimasi Biaya Distribusi Barang dengan Menggunakan Model Transportasi pada PT. Bina Agro Nusantara. *Skripsi*. Sekolah Tinggi Teknologi Industri Padang.
- Wulandari, C. B. K. 2020. Penentuan Rute Distribusi Menggunakan Metode *Nearest Neighbors* dan Metode *Branch and Bound* untuk Meminimumkan Biaya Distribusi di PT. X. *Jurnal Optimasi Teknik Industri (JOTI)*. 2(1): 7-12.