

Usulan Perbaikan Rute Pengiriman Dengan Menggunakan Metode *Nearest Neighbour* Dan *Branch And Bound* Di *Home Industry* Donat Enak Bandung

AGUS RIYANTO, RISPIANDA, FIFI HERNI MUSTOFA

Jurusan Teknik Industri
Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung

Email: alhamdulillah56@yahoo.com

ABSTRAK

Industri rumahan Donat Enak di kota Bandung memproduksi kue donat dan memiliki 15 outlet yang tersebar di kota Bandung. Industri ini melakukan pengiriman produk dengan mengunjungi outlet terjauh terlebih dahulu. Dengan rute seperti itu waktu tempuh menjadi panjang. Waktu tempuh yang lama akan mempengaruhi kualitas produk karena kepanasan dan bentuk akan berubah. Penelitian dilakukan untuk mengusulkan rute pengiriman yang baru untuk meminimisasi waktu tempuh pengiriman. Metode yang digunakan adalah metode nearest neighbour dan branch and bound. Dari hasil perhitungan kedua metode tersebut terpilih metode branch and bound untuk solusi perbaikan rute pengiriman donat.

Kata kunci: Pengiriman, Metode Nearest Neighbour, Branch and Bound, Minimisasi Waktu Tempuh

ABSTRACT

Delicious donuts cottage industry in Bandung producing cake donuts and has 15 outlets in the city. The industry is doing the delivery of products by visiting the outlets farthest advance. Such route travel time become long. Long travel time will affect the quality of the product because of the heat and the shape will change. Research conducted to propose a new delivery route to minimize travel time delivery. The method used is the nearest neighbor method and branch and bound. From the calculation of these two methods were chosen branch and bound method for solution improvement donut delivery route.

Keyword: Delivery, Nearest Neighbour Method, Branch and Bound, minimizing travel time.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri rumahan "Donat Enak" berlokasi di Jalan Cinangka, Ujung Berung Kota Bandung memproduksi makanan ringan berupa kue donat dan mempunyai 15 *outlet* sebagai tempat pemasarannya. Masing-masing *outlet* dikirim 2 kotak donat per dua hari dengan satu kotak berisi 8 kue donat. *Outlet-outlet* tersebut tersebar di Kota Bandung diantaranya di Cimindi, Cihanjuang, Sarijadi dan Cisitu. Untuk mengunjungi tempat tersebut produsen kue donat ini menggunakan sepeda motor sebagai alat angkutnya dengan kapasitas 30 kotak donat. Kue donat harus diganti setiap 2 hari sekali maka waktu pengiriman ke 15 *outlet* harus seefisien mungkin.

Pengiriman yang saat ini dilakukan produsen masih belum efektif. Keadaan sekarang yang terjadi adalah donat datang ke *outlet* dalam kondisi lembek karena terlalu panas diperjalanan, hal ini menurunkan daya tarik konsumen untuk membeli. Efektif pada pengiriman jika donat sampai secepat mungkin ke *outlet* mulai dari pengiriman di pabrik.

1.2 Perumusan Masalah

Rute pengiriman merupakan bagian yang penting pada distribusi produk. Pada rute pengiriman produk makanan seperti kue donat waktu tempuh sangat penting. Pada usaha *home industry* kue donat ini produsen menginginkan rute pengiriman dengan waktu tempuh terpendek. Masalah yang dihadapi oleh produsen adalah jumlah dan lokasi *outlet* yang tetap tetapi waktu tempuh pengiriman kurang efisien. Ada banyak metode untuk memecahkan permasalahan rute ini. Pada penelitian ini digunakan metode *nearest neighbour* karena karakter metode ini sesuai dengan kondisi *home industry* yang terjadi saat ini.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah menghasilkan rute pengiriman ke semua *outlet* yang terbaik dengan membandingkan hasil perhitungan metode *nearest neighbour* dan *branch and bound* dengan kriteria minimasi waktu pengiriman.

1.4 Pembatasan Masalah

Batasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada usaha *home industry* kue donat
2. Pengiriman ditujukan untuk 15 *outlet* dan lokasi tetap
3. Lokasi tujuan pengiriman (*outlet*) berada disekitar Kota Bandung dan Cimahi

2. STUDI LITERATUR

2.1 Pengiriman Produk

Menurut Widiyanto (2010) pengertian pengiriman barang adalah mempersiapkan pengiriman fisik barang dari gudang ke tempat tujuan yang disesuaikan dengan dokumen pemesanan dan pengiriman serta dalam kondisi yang sesuai dengan persyaratan penanganan barangnya sebelum melakukan pengiriman, aktifitas yang dilakukan setelah barang disiapkan adalah pengepakan (*pack*) dan pemilahan (*sortasi*). *Packaging* dilakukan secara sendiri-sendiri atau digabungkan untuk kenyamanan/keamanan barang. Sedangkan sortasi adalah mengumpulkan *picking* atau *packaging* ke *route* yang benar dan harus membandingkan antara kapasitas truk dan *route* yang akan dilalui. Hal-hal penting yang dilakukan dalam proses *pack* dan sortasi adalah:

1. Adanya alamat/label untuk per tujuan
2. Mengurangi waktu pencarian dalam *packaging*
3. Pengelompokan antara karton, *boxes* atau *pcs*
4. Memberikan label khusus untuk *packaging boxes*
5. Mengelompokan packaging kedalam alur keberangkatan yang benar.

Prinsip dasar didalam *pack* dan sortasi adalah:

- Pengecekan dokumen vs barang
- Aktifitas barang vs barang (buku pegangan logistik Indonesia)

2.2 Metode Nearest Neighbour

Nearest neighbour adalah bagian dari metode heuristik. Metode heuristik adalah metode penentuan rute optimal untuk persoalan kombinatorial. Berbeda dengan solusi eksak yang menentukan nilai solusi tercepat. Metode ini menghampiri solusi permasalahan dengan mencari nilai yang paling optimal dari suatu bagian tertentu dari masalah utama..

Menurut Laporte dan Semet (2002) metode heuristik untuk menyelesaikan permasalahan rute dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu metode heuristik konstruktif (*conrtictive heuristic*, metode 2 fase dan metode perbaikan (*improvement*). Metode heuristik konstruktif dan metode perbaikan dilakukan bersamaan. Metode heuristik konstruktif secara bertahap memilih simpul untuk membangun solusi fisibel awal dengan memperhatikan batasan seperti kapasitas.

Metode heuristik konstruktif, menurut Braysy dan Gendreau (2005). Metode heuristik konstruktif melakukan pemilihan simpul berurutan sampai terbentuk solusi fisibel awal. Dibawah ini ada beberapa metode heuristik konstrutif:

Algoritma *nearest to depot*, algoritma *nearest to depot* membangun rute dengan menjumlahkan kunjungan dengan lokasi tujuan terdekat dari depot. Rute selanjutnya dimulai dengan cara yang sama jika tidak terdapat posisi yang fisibel untuk menempatkan pelanggan baru karena kendala kapasitas.

Algoritma *nearest neighbour*, metode *nearest neighbour* hampir sama metode *nearest to depot*. Pada setiap iterasinya dilakukan pencarian pelanggan terdekat dari pelanggan yang terakhir untuk ditambahkan pada akhir rute tersebut. Rute baru selanjutnya dimulai dengan cara yang sama yaitu jika tidak terdapat posisi yang fisibel untuk menempatkan pelanggan baru karena kendala kapasitas.

Langkah-langkah untuk menyelesaikan dengan Metode *nearest neighbour* adalah sebagai berikut:

1. Buat peta aliran yang menggambarkan letak-letak daerah yang terdapat bahaya antar daerah.
2. Proses pengerjaan dengan melihat daerah dengan jarak terpendek. Setiap mencapai satu daerah algoritma ini akan memilih daerah selanjutnya yang belum dikunjungi dan memiliki jarak yang paling minimum.
3. Perhitungan nilai optimal dengan menjumlah jarak dari awal sampai akhir perjalanan.

2.3 Metode Branch And Bound

Menurut Prama (2005), Algoritma *Branch and Bound* merupakan metode pencarian di dalam ruang solusi secara sistematis. Ruang solusi diorganisasikan ke dalam pohon ruang status. Pohon ruang status tersebut dibangun dengan skema BFS (*Breadth First Search*). Untuk mempercepat pencarian ke simpul solusi, maka setiap simpul diberi sebuah nilai ongkos (*cost*). Simpul berikutnya yang akan diekspansi adalah simpul yang memiliki ongkos paling kecil diantara simpul-simpul hidup lainnya. Sedangkan simpul lainnya dimatikan.

BFS (*Breadth First Search*). BFS dikenal sebagai pencarian melebar dalam pohon. Misalkan graf G mempunyai n buah simpul. Traversal di dalam graf dilakukan mulai simpul v . Algoritma BFS adalah sebagai berikut: bangkitkan simpul v , kemudian semua simpul yang bertetangga dengan simpul v dibangkitkan terlebih dahulu. Selanjutnya, simpul yang belum dibangkitkan dan bertetangga dengan simpul-simpul tadi dibangkitkan, demikian seterusnya. Jika graf berbentuk pohon berakar, maka semua simpul pada level d dibangkitkan terlebih dahulu sebelum membangkitkan simpul-simpul pada level $d+1$. Algoritma BFS menggunakan antrian untuk menyimpan simpul-simpul yang baru dibangkitkan. Simpul-simpul yang baru dibangkitkan ditempatkan di belakang antrian. Prinsip antrian yang digunakan adalah FIFO (*First In First Out*). Dengan skema ini, simpul hidup dimasukkan ke dalam antrian, simpul berikutnya yang akan menjadi simpul ekspansi adalah simpul yang pertama masuk ke dalam antrian.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian

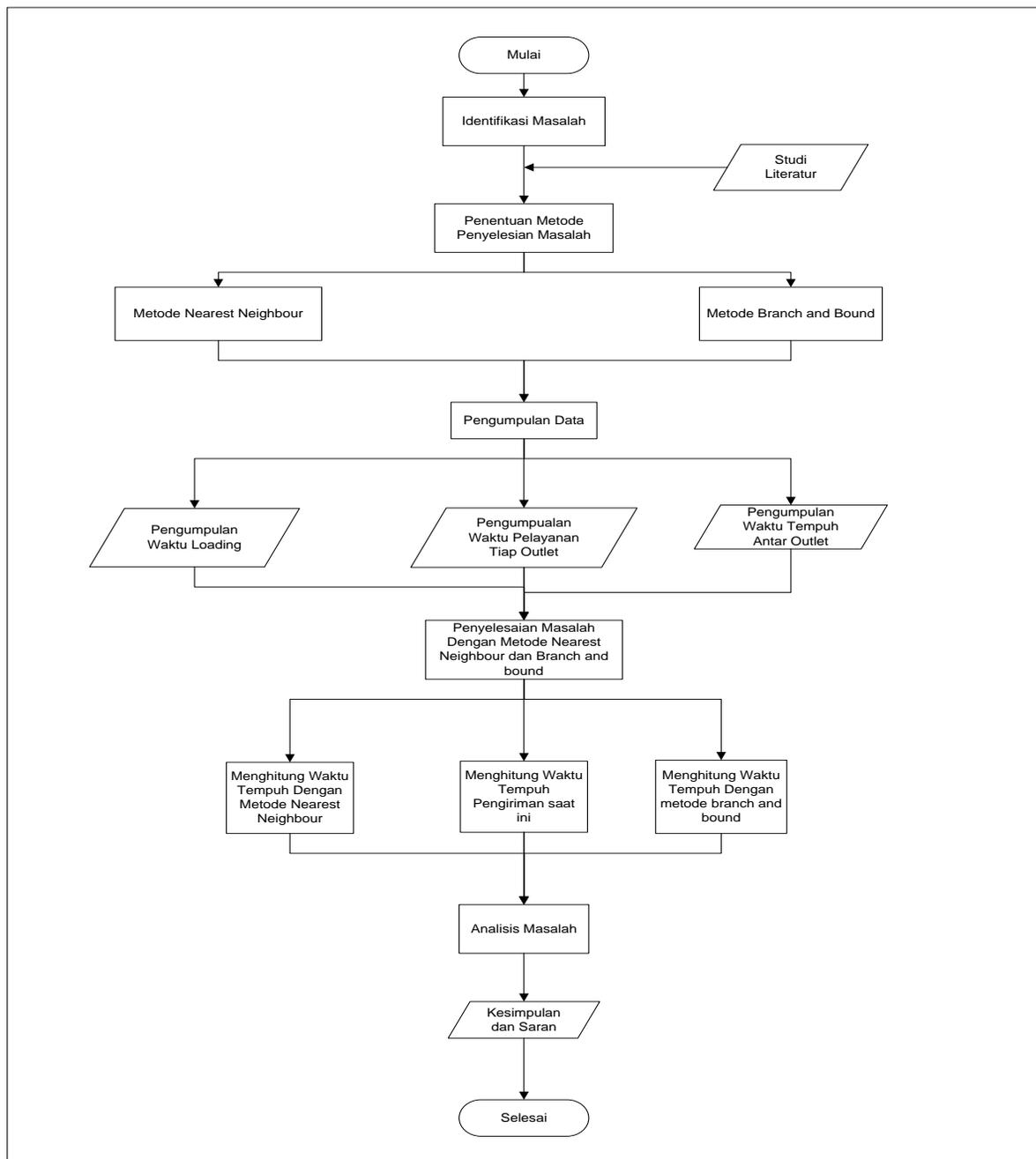
Pada Gambar 1 dijelaskan tentang langkah-langkah penelitian ini. Pertama identifikasi masalah menjelaskan tentang persoalan penelitian ini dilakukan. Studi literatur membahas tentang materi atau ilmu yang berkaitan dengan penelitian. Selanjutnya menentukan metode penyelesaian masalah. Setelah ditentukan metodenya maka pengumpulan data dilakukan. Pengumpulan data meliputi waktu *loading*, waktu tempuh dan waktu pelayanan. Setelah data dikumpulkan maka penyelesaian masalah dengan metode yang sudah ditentukan. Penyelesaian masalah berupa penghitungan waktu tempuh pengiriman. Ada 3 penghitungan yaitu penghitungan waktu produsen atau rute awal, waktu tempuh hasil penghitungan metode *nearest neighbour* dan hasil penghitungan waktu tempuh dengan metode *branch and bound*.

3.2 Penentuan Metode Penyelesaian Masalah

Pada permasalahan ini metode *nearest neighbour* dan *branch and bound* dipilih untuk menyelesaikannya. Penentuan metode ini dimaksudkan untuk penggunaan cara atau metode dalam pemecahan masalah ini. Metode ini dipilih karena sesuai dengan permasalahan yang ada yaitu penentuan rute dengan waktu tempuh terpendek.

Metode *nearest neighbour* menentukan rute dengan menghitung tiap langkah dan yang mempunyai nilai terkecil untuk dipilih. *Branch and bound* mempunyai karakteristik sama dengan *nearest neighbour* hanya ada perbedaan sedikit pada pemilihan jalur yang harus dilaluinya. Kedua metode ini mempunyai kesamaan yaitu mengunjungi semua titik atau tujuan yang ada dan harus dipilih satu tujuan untuk setiap langkah. Tentunya tujuan yang dipilih adalah dengan membandingkan hasil perhitungan waktu tempuh pengiriman yang paling minimum dari kedua metode tersebut.

Usulan Perbaikan Rute Pengiriman Dengan Menggunakan Metode Nearest Neighbour Dan Branch And Bound Di Home Industry Donat Enak Bandung



Gambar 1. Diagram Alir Metodologi Penelitian

3.3 Penentuan Rute Dengan Metode *Nearest Neighbour*

Setelah melakukan perhitungan waktu antar *outlet* selanjutnya perhitungan untuk menentukan rute. Perhitungan rute dengan metode *nearest neighbour* ini sesuai dengan judul tugas akhir ini yaitu usulan perbaikan rute pengiriman dengan menggunakan metode *nearest neighbour* dan *branch and bound*. Perhitungan metode *nearest neighbour* dengan menjumlahkan waktu tempuh, waktu *loading* dan waktu pelayanan tiap-tiap *outlet*. Selanjutnya dari hasil penjumlahan waktu tersebut pilih waktu yang paling minim. Waktu tempuh dan waktu pelayanan saling mempengaruhi pada perhitungan ini. Sehingga waktu tempuh cepat belum tentu dipilih karena waktu pelayanannya yang lama begitu juga sebaliknya.

3.4 Penentuan Rute Dengan Metode *Branch And Bound*

Pada dasarnya metode *branch and bound* sama dengan metode *nearest neighbour* tapi metode *branch and bound* menggunakan diagram pohon. Metode *nearest neighbour* menggunakan tabel untuk perhitungannya. Metode *branch and bound* menggunakan diagram pohon sebagai perhitungannya.

4. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data jarak tempuh dilakukan dengan menggunakan *google map* untuk pengiriman ke lokasi *outlet* tujuan pengiriman kue donat seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Lokasi *Outlet* Penjualan Kue Donat

Outlet ke -	Lokasi
1	Cimindi 1
2	Cimindi 2
3	Cimindi 3
4	Cimindi 4
5	Cihanjuang 1
6	Cihanjuang 2
7	Cihanjuang 3
8	Cihanjuang 4
9	Babakan - ciwaruga
10	Ciwaruga
11	Sarijadi
12	Surya Sumantri
13	Sekeloa
14	Siliwangi
15	Cimbeuhit

Tabel 2. Jarak Tempuh

		Data Jarak Tempuh (KM)														
Dari / Ke	Pabrik	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Pabrik	19.0	19.7	20.2	20.8	20.7	21.0	22.5	24.1	22.6	20.0	18.4	16.7	13.3	14.1	15.9
1	19.7		0.55	1.4	2.1	3.2	3.6	6.0	7.6	7.6	5.1	4.7	4.0	9.4	9.0	7.9
2	19.7	0.60		0.8	1.4	2.7	4.1	6.3	7.4	8.0	5.2	5.1	5.4	11.4	9.3	8.5
3	19.9	1.5	0.95		0.55	2.4	3.4	5.1	6.3	7.6	4.9	4.7	4.5	10	8.3	7.5
4	20.4	2.1	1.5	0.65		1.7	2.6	4.6	5.7	7.5	5.4	5.0	5.0	10.5	8.9	8.0
5	21.1	3.4	3.2	2.0	1.6		1.5	3.0	4.0	5.9	3.1	3.7	4.4	9.5	8.1	7.2
6	21.1	4.2	3.7	3.2	2.6	0.8		1.9	3.2	5.0	2.4	3.2	5.1	8.7	7.0	6.0
7	22.1	6.1	5.6	5.2	4.5	2.6	1.8		1.1	6.0	3.4	4.4	5.9	9.8	8.0	7.1
8	23.4	7.4	6.9	6.4	5.8	3.9	2.4	1.0		6.6	4.7	5.5	7.2	11.2	9.4	8.5
9	22.0	7.7	7.3	7.4	7.7	5.9	4.6	6.0	6.2		2.6	4.5	6.1	9.7	7.9	7.0
10	19.5	5.6	5.1	5.3	5.5	3.7	2.5	3.7	5.4	2.2		2.2	3.9	7.8	6.0	5.1
11	18.1	4.1	4.3	4.5	5.2	3.7	2.9	4.5	5.8	4.5	1.9		1.7	6.5	4.7	3.7
12	16.5	3.8	4.2	4.9	5.6	5.7	5.6	7.0	8.5	7.3	4.7	2.7		6.4	6.3	4.8
13	12.6	8.6	9.3	9.8	10.4	10.3	9.3	11.9	13.2	10.5	9.1	6.9	6.4		3.8	3.7
14	13.9	8.2	8.4	9.4	10.1	8.7	7.4	8.7	10.2	8.7	7.2	5.1	5.0	1.8		2.0
15	16.0	6.7	7.0	10.3	8.7	7.2	6.1	9.6	8.7	7.0	4.8	3.6	3.5	3.7	1.9	

Untuk mendapatkan waktu tempuh adalah dengan cara jarak dari tabel diatas dibagi dengan kecepatan motor yaitu 40 km/jam. Satuan jarak pada tabel di atas adalah km waktu tempuh bisa dilihat pada Tabel 3.

Usulan Perbaikan Rute Pengiriman Dengan Menggunakan Metode Nearest Neighbour Dan Branch And Bound Di Home Industry Donat Enak Bandung

Tabel 3. Waktu Tempuh

		Data Waktu Tempuh (Jam)														
Dari / Ke	Pabrik	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Pabrik		0.48	0.49	0.51	0.52	0.52	0.53	0.56	0.60	0.57	0.50	0.46	0.42	0.33	0.35	0.40
1	0.49		0.01	0.04	0.05	0.08	0.09	0.15	0.19	0.19	0.13	0.12	0.10	0.24	0.23	0.20
2	0.49	0.02		0.02	0.04	0.07	0.10	0.16	0.19	0.20	0.13	0.13	0.14	0.29	0.23	0.21
3	0.50	0.04	0.02		0.01	0.06	0.09	0.13	0.16	0.19	0.12	0.12	0.11	0.25	0.21	0.19
4	0.51	0.05	0.04	0.02		0.04	0.07	0.12	0.14	0.19	0.14	0.13	0.13	0.26	0.22	0.20
5	0.53	0.09	0.08	0.05	0.04		0.04	0.08	0.10	0.15	0.08	0.09	0.11	0.24	0.20	0.18
6	0.53	0.11	0.09	0.08	0.07	0.02		0.05	0.08	0.13	0.06	0.08	0.13	0.22	0.18	0.15
7	0.55	0.15	0.14	0.13	0.11	0.07	0.05		0.03	0.15	0.09	0.11	0.15	0.25	0.20	0.18
8	0.59	0.19	0.17	0.16	0.15	0.10	0.06	0.03		0.17	0.12	0.14	0.18	0.28	0.24	0.21
9	0.55	0.19	0.18	0.19	0.19	0.15	0.12	0.15	0.16		0.07	0.11	0.15	0.24	0.20	0.18
10	0.49	0.14	0.13	0.13	0.14	0.09	0.06	0.09	0.14	0.06		0.06	0.10	0.20	0.15	0.13
11	0.45	0.10	0.11	0.11	0.13	0.09	0.07	0.11	0.15	0.11	0.05		0.04	0.16	0.12	0.09
12	0.41	0.10	0.11	0.12	0.14	0.14	0.14	0.18	0.21	0.18	0.12	0.07		0.16	0.16	0.12
13	0.32	0.22	0.23	0.25	0.26	0.26	0.23	0.30	0.33	0.26	0.23	0.17	0.16		0.10	0.09
14	0.35	0.21	0.21	0.24	0.25	0.22	0.19	0.22	0.26	0.22	0.18	0.13	0.13	0.05		0.05
15	0.40	0.17	0.18	0.26	0.22	0.18	0.15	0.24	0.22	0.18	0.12	0.09	0.09	0.09	0.05	

Tabel 4. Total Waktu Pengiriman Rute Awal

		Data Waktu Tempuh (Jam)																	
Dari / Ke	Pabrik	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
Pabrik		0.48	0.49	0.51	0.52	0.52	0.53	0.56	0.60	0.57	0.50	0.46	0.42	0.33	0.35	0.40			
1	0.49		0.01	0.04	0.05	0.08	0.09	0.15	0.19	0.19	0.13	0.12	0.10	0.24	0.23	0.20			
2	0.49	0.02		0.02	0.04	0.07	0.10	0.16	0.19	0.20	0.13	0.13	0.14	0.29	0.23	0.21			
3	0.50	0.04	0.02		0.01	0.06	0.09	0.13	0.16	0.19	0.12	0.12	0.11	0.25	0.21	0.19			
4	0.51	0.05	0.04	0.02		0.04	0.07	0.12	0.14	0.19	0.14	0.13	0.13	0.26	0.22	0.20			
5	0.53	0.09	0.08	0.05	0.04		0.04	0.08	0.10	0.15	0.08	0.09	0.11	0.24	0.20	0.18			
6	0.53	0.11	0.09	0.08	0.07	0.02		0.05	0.08	0.13	0.06	0.08	0.13	0.22	0.18	0.15			
7	0.55	0.15	0.14	0.13	0.11	0.07	0.05		0.03	0.15	0.09	0.11	0.15	0.25	0.20	0.18			
8	0.59	0.19	0.17	0.16	0.15	0.10	0.06	0.03		0.17	0.12	0.14	0.18	0.28	0.24	0.21			
9	0.55	0.19	0.18	0.19	0.19	0.15	0.12	0.15	0.16		0.07	0.11	0.15	0.24	0.20	0.18			
10	0.49	0.14	0.13	0.13	0.14	0.09	0.06	0.09	0.14	0.06		0.06	0.10	0.20	0.15	0.13			
11	0.45	0.10	0.11	0.11	0.13	0.09	0.07	0.11	0.15	0.11	0.05		0.04	0.16	0.12	0.09			
12	0.41	0.10	0.11	0.12	0.14	0.14	0.14	0.18	0.21	0.18	0.12	0.07		0.16	0.16	0.12			
13	0.32	0.22	0.23	0.25	0.26	0.26	0.23	0.30	0.33	0.26	0.23	0.17	0.16		0.10	0.09			
14	0.35	0.21	0.21	0.24	0.25	0.22	0.19	0.22	0.26	0.22	0.18	0.13	0.13	0.05		0.05			
15	0.40	0.17	0.18	0.26	0.22	0.18	0.15	0.24	0.22	0.18	0.12	0.09	0.09	0.09	0.05				
																	Total Waktu Tempuh	1.71	
																		Total Waktu Pelayanan	3.13
																		Waktu Loading	0.50
																		Total Waktu Pengiriman	5.34

Karena rute dari produsen sudah ditentukan berurutan mulai dari pabrik ke *outlet* 1 sampai ke *outlet* 15 kemudian kembali lagi ke pabrik. Pada Tabel 4 hanya menjumlahkan dari urutan rute tersebut.

Usulan Perbaikan Rute Pengiriman Dengan Menggunakan Metode Nearest Neighbour Dan Branch And Bound Di Home Industry Donat Enak Bandung

Tabel 5. Total Waktu Tempuh Hasil Perhitungan *Nearest Neighbour*

Langkah 15					
No	Rute	Jumlah permintaan (kotak)	Kapasitas motor (Kotak)	Sisa Kapasitas (kotak)	Waktu Pengiriman (Jam)
1	0-15-14-13-12-1-2-4-3-6-7-8-5-10-9-11	2	2	0	4.95
					5.40

Waktu total ini didapatkan dari $F1 = \text{Min} (L) + (W.P.O_1); (W.P.O_{15}) + (Wt_{s-1}); (Wt_{s-2}) \dots (Wt_{s-15})$ untuk perhitungan selanjutnya menggunakan fungsi sebagai berikut $F2 = \text{Min} (F1 + (W.P. + Wt_{14}))$. Jika pada rute produsen yang saat ini digunakan tidak bergantung pada minimasi waktu tempuh, Pada penentuan solusi ini waktu yang paling minim menjadi referensi rute yang dilewati.

$$F1 = \text{Min} (L) + (W.P.O_1); (W.P.O_{15}) + (Wt_{s-1}); (Wt_{s-2}) \dots (Wt_{s-15}) \tag{1}$$

$$F2 = \text{Min} (F1 + (W.P. + Wt_{14})) \tag{2}$$

Tabel 6. Data Waktu Tempuh Untuk *Branch And Bound*

From \ To	Node2	Node3	Node4	Node5	Node6	Node7	Node8	Node9	Node10	Node11	Node12	Node13	Node14	Node15	Node16
Node2		0.23	0.24	0.24	0.33	0.27	0.37	0.39	0.41	0.36	0.37	0.30	0.47	0.44	0.36
Node3	0.18		0.22	0.22	0.32	0.29	0.37	0.39	0.42	0.36	0.38	0.34	0.52	0.45	0.38
Node4	0.20	0.24		0.20	0.31	0.27	0.34	0.36	0.41	0.36	0.37	0.31	0.48	0.42	0.35
Node5	0.22	0.25	0.22		0.29	0.25	0.33	0.34	0.40	0.37	0.38	0.33	0.50	0.44	0.37
Node6	0.25	0.30	0.25	0.22		0.22	0.29	0.30	0.36	0.31	0.34	0.31	0.47	0.42	0.35
Node7	0.27	0.31	0.28	0.25	0.27		0.26	0.28	0.34	0.29	0.33	0.33	0.45	0.39	0.32
Node8	0.32	0.36	0.33	0.30	0.32	0.23		0.23	0.37	0.32	0.36	0.35	0.48	0.42	0.34
Node9	0.35	0.39	0.36	0.33	0.35	0.24	0.24		0.38	0.35	0.39	0.38	0.51	0.45	0.38
Node10	0.36	0.40	0.39	0.38	0.40	0.30	0.37	0.36		0.30	0.36	0.35	0.48	0.41	0.34
Node11	0.31	0.34	0.33	0.32	0.34	0.25	0.31	0.34	0.27		0.31	0.30	0.43	0.37	0.29
Node12	0.27	0.32	0.31	0.31	0.34	0.26	0.33	0.35	0.33	0.28		0.24	0.40	0.33	0.26
Node13	0.26	0.32	0.32	0.32	0.39	0.32	0.39	0.41	0.40	0.35	0.32		0.39	0.37	0.29
Node14	0.38	0.45	0.45	0.44	0.51	0.42	0.51	0.53	0.48	0.46	0.42	0.36		0.31	0.26
Node15	0.37	0.43	0.44	0.44	0.47	0.37	0.43	0.46	0.43	0.41	0.38	0.33	0.28		0.22
Node16	0.33	0.39	0.46	0.40	0.43	0.34	0.46	0.42	0.39	0.35	0.34	0.29	0.33	0.26	

Data waktu diatas didapat dari untuk baris pertama penjumlahan waktu *loading* dan waktu tempuh. Untuk baris berikutnya adalah penjumlahan dari waktu tempuh dan waktu pelayanan node yang dituju.

Tabel 7. Hasil Akhir Perhitungan *Branch And Bound*

	From Node	Connect To	Distance/Cost		From Node	Connect To	Distance/Cost
1	Node1	Node16	1.06	9	Node7	Node9	0.28
2	Node16	Node13	0.29	10	Node9	Node8	0.24
3	Node13	Node6	0.39	11	Node8	Node11	0.32
4	Node6	Node4	0.25	12	Node11	Node10	0.27
5	Node4	Node2	0.2	13	Node10	Node12	0.36
6	Node2	Node3	0.23	14	Node12	Node15	0.33
7	Node3	Node5	0.22	15	Node15	Node14	0.28
8	Node5	Node7	0.25	16	Node14	Node1	0.32
	Total	Minimal	Traveling	Distance	or Cost	=	5.29
	(Result	from	Branch	and	Bound	Method)	

Dari Tabel 6 maka didapat waktu tempuh untuk metode *branch and bound* sebesar 5,29 jam.

5. ANALISIS

5.1 Analisis Total Waktu Pengiriman

Pada bab 4 bisa kita lihat bahwa rute setelah dilakukan pengolahan data lebih efisien. Ini terjadi karena pada perhitungan *nearest neighbour* dan *branch and bound* waktu dihitung berdasarkan dari pabrik. Setelah itu kita dapat rute pertama yang terpendek dihitung dari pabrik. Langkah berikutnya adalah setelah didapat rute terpendek dari sumber kita hitung rute dengan membandingkan hasil tersebut sampai rute ke 15. Rute produsen sudah ditentukan oleh distributor dan tidak mempertimbangkan efisiensi waktu. Hal yang terpenting untuk distributor adalah produk sampai tujuan. Perhitungan ini tidak mempertimbangkan kondisi jalan. Pada rute perusahaan total waktu penyelesaian adalah 5,34 jam.

Selanjutnya ada total waktu tempuh pengiriman dengan metode *nearest neighbour*. Total perhitungan *nearest neighbour* dengan cara manual mendapatkan waktu tempuh pengiriman sebesar 5,40 jam. Waktu ini lebih lama dari rute sekarang sehingga tidak menjadi solusi rute pengiriman yang baru.

Sedangkan untuk metode *branch and bound* menggunakan *software* WIN QSB menghasilkan total waktu tempuh sebesar 5,29 jam. Total waktu tempuh ini menjadi yang terpendek sekaligus menjadi solusi rute pengiriman. Pada rute awal produsen perhitungan waktu pengiriman mengurut dari *outlet* 1 sampai *outlet* 15 artinya penjumlahan waktu dari yang terdekat. Untuk rute dari hasil perhitungan metode *nearest neighbour* pengiriman dimulai dari *outlet* 15 selanjutnya *outlet* yang dikunjungi berdasarkan hasil perhitungan jadi tidak berurutan sesuai nomor *outlet*. Untuk perhitungan dengan metode *branch and bound* hampir sama dengan rute dengan *nearest neighbour* namun ada beberapa perbedaan urutan *outlet* yang dikunjungi itu karena hasil perhitungannya.

5.2. Analisis Konsumsi Bahan Bakar Kendaraan Pengiriman

Untuk penggunaan bahan bakar, berdasarkan kapasitas bahan bakar yang digunakan adalah 63,8 Km per liter untuk sepeda motor. Sepeda motor yang digunakan pengirim untuk mendistribusikan donat ke semua *outlet*nya. Bahan bakar yang digunakan adalah jenis premium. Jika dianalogikan maka,

$$1 \text{ liter} = 63,8 \text{ Km sehingga } 1 \text{ Km} = 1/63,8 \text{ liter} = 0,015 \text{ liter}$$

Artinya untuk jarak 1 km membutuhkan 0,015 liter bensin. Berdasarkan data jarak tempuh diatas maka,

- Kebutuhan bahan bakar untuk rute produsen adalah $68,40 \times 0,015 = 1,02$ liter.
- Untuk rute hasil perhitungan *nearest neighbour* adalah $70,60 \times 0,015 = 1,05$ liter.
- Untuk rute hasil metode *branch and bound* adalah $66,55 \times 0,015 = 0,99$ liter.

Dari hasil perhitungan diatas sudah jelas bahwa konsumsi bahan bakar antara rute produsen jika dibandingkan dengan rute (*nearest neighbour & branch and bound*) maka rute produsen lebih banyak konsumsi bahan bakar hal ini dikarenakan jaraknya lebih panjang. Oleh sebab itu distributor bisa menghemat biaya bahan bakar. Perhitungannya adalah sebagai berikut:

Harga bahan bakar adalah Rp.6,500. Penggunaan bahan bakar rute produsen adalah Rp. $6,500 \times 1,02 = \text{Rp.}6,630$. Karena pengiriman dilakukan seminggu 3 kali dan dalam satu bulan ada 4 minggu maka biaya per tahun adalah sebagai berikut: $\text{Rp.}6,630 \times 3 \times 4 \times 12 = \text{Rp.} 954,720$.

Penggunaan bahan bakar dengan hasil perhitungan *nearest neighbour* adalah Rp. $6,500 \times 1,05 = \text{Rp.} 6,825$. Sedangkan untuk hasil perhitungan *nearest neighbour* biaya bahan bakar per tahun adalah $\text{Rp.} 6,825 \times 3 \times 4 \times 12 = \text{Rp.} 982,800$.

Penggunaan bahan bakar dengan hasil perhitungan *branch and bound* adalah Rp. $6,500 \times 0,99 = \text{Rp.} 6,435$. Perhitungan *branch and bound* menghasilkan biaya bahan bakar sebesar $\text{Rp.} 6,435 \times 3 \times 4 \times 12 = \text{Rp.} 926,640$.

Dari perhitungan biaya diatas menunjukkan biaya bahan bakar yang dikeluarkan oleh distributor lebih mahal jika dibandingkan dengan perhitungan *branch and bound*. Ini terjadi karena biaya bahan bakar berbanding lurus dengan jarak. Jika menggunakan rute dari *branch and bound* pengeluaran akan lebih hemat walaupun hanya selisih sedikit dengan rute yang ada saat ini.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang bisa diambil dari penelitian ini adalah untuk hasil dari pengolahan data didapatkan pola distribusi yang lebih efisien. Selain itu untuk hasil perhitungan dengan metode *branch and bound* merujuk pada total waktu pengiriman dibandingkan dengan rute produsen dan metode *nearest neighbour*. Perhitungan dengan metode *nearest neighbour* total waktu tempuh sebesar 5,40 jam. Sedangkan total waktu tempuh pengiriman dengan metode *branch and bound* sebesar 5,29 jam dan total waktu tempuh produsen 5,34 jam. Pada perhitungan metode *nearest neighbour* ada beberapa *outlet* terlewati seperti dari *outlet 2* ke *outlet 4*, *outlet* ke 3 kunjungi setelah *outlet* ke 4 atau berbalik arah dari *outlet 4* ini yang mempengaruhi waktu tempuh menjadi lebih lama. Padahal jika dilihat pada peta

outlet ke 3 lebih dekat dengan *outlet* 2 dan searah dengan *outlet* 4. Pada rute awal *outlet* yang dikunjungi pertama adalah *outlet* ke 1 sedangkan pada rute baru dari metode *nearest neighbour* ataupun metode *branch and bound* *outlet* ke 15. Waktu pelayanan mempengaruhi perhitungan pada *nearest neighbour* sehingga pada alternatif rute dengan waktu terpendek diabaikan seperti yang dijelaskan pada point 4.

6.2 Saran

Saran ditujukan untuk produsen donat adalah sebagai berikut:

1. Agar pengiriman lebih efisien produsen bisa menerapkan rute yang dihasilkan oleh perhitungan metode *branch and bound* dengan *software WIN QSB*.
2. Agar waktu pengiriman dapat berjalan efisien maka ada hal yang perlu dikendalikan seperti waktu pelayanan pada setiap *outlet* dapat dikurangi waktunya, karena hal ini merupakan hal yang mempengaruhi waktu pengiriman.
3. Selain waktu pelayanan waktu *loading* juga perlu dikurangi agar pengiriman tidak terlalu lama.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan kepada pihak-pihak yang membantu dalam penyelesaian penelitian tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini bermanfaat.

REFERENSI

Braysy O, Grendreau M.2005.*Vehicle Routing Problem With Time Windows*.Part I:*Route Construction And Local Search Algorithms*.Transportation Science 39 (1):104-118.

Laporte G, Semet, F.2002.*Classical Heuristics For The Capacitated VRP*. Di Dalam Toth P, Vigo D, Editor. *The Vehicle Routing Problem*, Philadelphia: Siam.Hlm 109-128.

Prama, Irvan, dkk. 2005. Makalah Algoritma *Greedy* untuk Mencari Lintasan Terpendek. Departemen Teknik Informatika , ITB. Bandung

Widiyanto. 2010. Buku Pegangan Logistic Indonesia.PPM. Jakarta