

OPTIMASI RUTE DISTRIBUSI BERAS BANTUAN PANGAN NON TUNAI DI PERUM BULOG GUDANG BANTUL

Cahyono Sigit Pramudyo* Siti Dinar Rezki Ramadhani

^{1,2}Jurusan Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga
Yogyakarta, Indonesia

*Email : cahyono.pramudyo@uin-suka.ac.id

Abstrak

Kegiatan pengiriman sangat penting bagi perusahaan untuk menghantarkan suatu produk kepada konsumennya yang tersebar di berbagai daerah. Pemilihan metode penentuan rute secara tepat harus dilakukan oleh perusahaan dengan benar-benar optimal untuk meminimasi biaya distribusi. Perusahaan Umum Badan Urusan Logistik (Perum Bulog) adalah sebuah lembaga pangan di Indonesia yang mengurus tata niaga beras. Pada pendistribusian beras Bantuan Pangan Non Tunai (BPNT) daerah Bantul belum memiliki rute distribusi yang ditetapkan oleh perusahaan, sehingga rute tidak tetap akan mempengaruhi jarak tempuh dan pengeluaran biaya distribusi berlebih. Tujuan penelitian ini adalah membandingkan rute pendistribusian beras dari gudang ke Rumah Pangan Kita (RPK) wilayah pengiriman di Daerah Bantul untuk meminimasi biaya. Penyelesaian permasalahan menggunakan metode saving matrix (Nearest neighbor, Nearest insert, Farthest Insert) dan algoritma sweep (Nearest neighbor) yang merupakan metode heuristic, metode ini digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam transportasi penentuan rute, dan dapat mengurangi biaya distribusi. Berdasarkan penelitian diperoleh perbandingan jarak antar metode dimana saving matrix nearest neighbor dengan jarak 370.9 km, saving matrix nearest insert 408.9 km, saving matrix farthest Insert 591 km dan sweep 441.8 km. sedangkan perbandingan biaya yang diperoleh ialah saving matrix nearest neighbor dengan biaya Rp. 7,122,503, saving matrix nearest insert Rp. 7,178,417, saving matrix farthest Insert Rp. 7,446,364 dan sweep Rp. 7,257,429. Metode yang diusulkan untuk perusahaan ialah metode saving matrix Nearest Neighbor dengan penghematan jarak sebesar 43% dan penghematan biaya sebesar 9.4 % dari rute awal.

Kata Kunci : algoritma sweep , Bulog, VRP, penentuan rute, saving matrix.

1. PENDAHULUAN

Perusahaan Umum Badan Urusan Logistik (Perum Bulog) adalah sebuah lembaga pangan di Indonesia yang mengurus tata niaga beras. Bulog dibentuk pada tanggal 10 Mei 1967 berdasarkan keputusan Presidium Kabinet Nomor 114/Kep/1967. Sejak tahun 2013 status Bulog menjadi BUMN. Perusahaan umum milik negara yang bergerak di bidang logistik pangan ini memiliki ruang lingkup bisnis perusahaan meliputi usaha logistik/ pergudangan, survei dan pemberantasan hama, penyediaan karung plastik, usaha angkutan, perdagangan komoditi pangan dan usaha eceran.

Divisi Regional (Divre) Badan Urusan Logistik (Bulog) Daerah Yogyakarta mulai tahun 2018 menghapus program beras miskin (Raskin) penerima tidak lagi menerima beras, tetapi kebijakan pemerintah mengeluarkan program baru yakni Bantuan Pangan Non Tunai (BPNT) sebagai pengganti. Program BPNT penerima bisa memilih komoditas tersebut berupa beras, dan telur sesuai kebutuhan. Dinas Sosial akan memberikan kartu untuk penerima BPNT seperti ATM sehingga bisa digunakan transaksi di toko yang sudah ditunjuk oleh pemerintah disebut dengan Rumah Pangan Kita (RPK). Rumah Pangan Kita (RPK) selain sebagai penyalur BPNT merupakan jaringan pemasaran yang dibentuk oleh Perum Bulog yang menyediakan akses pangan pokok secara mudah dan harga yang terjangkau sampai ke konsumen.

Divre BULOG D.I Yogyakarta berada di jalan Suroto No. 6 Yogyakarta yang merupakan kantor pusat membawahi empat gudang di Sleman, Bantul, Gunung Kidul dan Wates serta *Distribution Center* (DC). Empat gudang tersebut memiliki program penyaluran yang sama, yaitu melayani program *Public Service Obligation* (PSO), Operasi Pasar (OP), dan menyediakan stock beras BPNT yang akan disalurkan ke daerah yang membutuhkan. Pendistribusian BPNT daerah Bantul dilakukan oleh PT. Jasa Prima Logistics (JPL). PT. Jasa Prima Logistics (atau biasa disingkat JPL) adalah anak perusahaan dari Perum Bulog yang memiliki kantor cabang di Divre

ikut andil dalam peningkatan kecepatan dan efisiensi penyebaran stok nasional maupun stok regional di Divre-Divre. PT. Jasa Prima Logistics (JPL) Melakukan usaha dibidang ekspedisi, pengiriman, jasa logistik dan angkutan serta usaha pendukung lainnya untuk menghasilkan barang dan jasa yang bermutu tinggi dan berdaya saing kuat, baik di dalam maupun di luar wilayah Indonesia.

Pada pendistribusian beras BPNT daerah Bantul belum memiliki rute distribusi yang ditetapkan oleh perusahaan, sehingga rute tidak tetap dan bila tidak ditindaklanjuti akan mengakibatkan jarak tempuh semakin panjang dan pengeluaran biaya distribusi berlebih. Tujuan penelitian ini adalah membandingkan rute pendistribusian beras dari gudang ke Rumah Pangan Kita (RPK) wilayah pengiriman di Daerah Bantul untuk meminimasi biaya. Penyelesaian permasalahan menggunakan metode *saving matrix* (*Nearest neighbor*, *Nearest insert*, *Farthest Insert*) dan algoritma *sweep* (*Nearest neighbor*) yang merupakan metode heuristic, metode ini digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam transportasi penentuan rute, dan dapat mengurangi biaya distribusi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini akan dipaparkan posisi penelitian dan tinjauan pustaka yang digunakan sebagai dasar penelitian ini.

2.1 Distribusi

Aktifitas pengiriman (*shipping*) dan pendistribusian produk langsung ke konsumen yang memerlukan atau menyimpan produk langsung ke konsumen yang memerlukan atau menyimpan produk di dalam gudang sebagai persediaan (*inventory*). Pengendalian persediaan di sini adalah untuk memberi jaminan agar produk selalu tersedia setiap saat untuk memenuhi permintaan konsumennya (Rosani, 2007).

Secara tradisional kita mengenal manajemen distribusi dan transportasi dengan berbagai sebutan. Sebagian perusahaan menggunakan istilah manajemen logistic, sebagian lain ialah distribusi fisik. Apapun istilahnya, secara umum fungsi distribusi dan transportasi pada dasarnya adalah menghantarkan produk dari lokasi dimana produk tersebut diproduksi sampai dimana mereka akan digunakan (Pujawan dan Mahendra, 2010).

Penyaluran atau penyebaran roda perekonomian yang merupakan pertemuan atau efek dari produksi dan konsumsi. Dalam artian, distribusi adalah menyalurkan hasil produksi dalam bentuk barang ataupun jasa dari produsen kepada konsumen (Garside dan Rahmasari, 2017).

Kegiatan transportasi merupakan bagian dari pengertian diadistribusi. Namun demikian, transportasi mempunyai peranan penting bagi industry karena produsen mempunyai kepentingan agar barangnya diangkut sampai kepada konsumen tepat waktu, tempat pada tempat yang ditentukan dan barang dalam kondisi baik. Dalam system distribusi menunjukkan adanya kaitan antar kegiatan dimana kegiatan transportasi berperan sebagai mata rantainya. Dengan demikian transportasi berfungsi sebagai jembatan yang menghubungkan produsen dengan konsumen (Nasution, 2015).

Transportasi erat sekali kaitannya dengan pergudangan atau penyimpanan karena keduanya meningkatkan manfaat barang. Angkutan menyebabkan barang dapat berpindah dari suatu tempat ketempat lainya sehingga bisa dipergunakan di tempat barang itu tidak didapatkan, dengan demikian menciptakan manfaat tempat. Penyimpanan / pergudangan juga memungkinkan barang disimpan sampai dengan waktu yang dibutuhkan, ini berarti memberikan manfaat waktu (Nasution, 2015).

2.2 Pemilihan mode transportasi

Supply chain manager perlu memahami dengan kelayakan, keunggulan, dan kelemahan tiap jenis transportasi dalam membuat keputusan pengiriman/ distribusi produk. Pada situasi tertentu, perusahaan mungkin tidak ada pilihan terhadap mode transportasi apa yang akan digunakan namun pada situasi lain ada kemungkinan beberapa alternative yang layak untuk dipertimbangkan. Dalam manajemen transportasi / pengiriman, kita biasanya membedakan antara pihak yang memiliki barang dan pihak yang melakukan pengiriman. Pemilik barang yang mempertimbangkan barangnya untuk dikirim biasanya disebut dengan *shipper*, sedangkan pihak yang bertugas melakukan pengiriman misalnya perusahaan jasa pengiriman dinamakan *carrier*. Mode transportasi

mana yang baik digunakan, menurut Pujawan dan Mahendra, 2010 beberapa hal yang menjadi pertimbangan dalam mengevaluasi mode transportasi adalah :

1. Dilihat dari sudut pengirim atau *carrier*, hal-hal yang perlu dipertimbangkan adalah biaya yang terlibat, mulai dari biaya alat transportasinya sendiri (bisa berupa biaya beli / sewa alat transportasi), biaya oprasional tetap (biaya terminal / bandara yang besarnya tidak tergantung pada volume barang yang dikirim), dan biaya oprasional variable (seperti biaya bahan bakar) dimana besarnya biaya tergantung pada volume alat angkut atau jarak yang ditempuh dalam pengiriman. Biaya-biaya lain seperti biaya *overhead* juga harus menjadi pertimbangan,. Disisi lain, beberapa aspek yang tidak langsung terkait biaya seperti kecepatan, volume yang bisa diangkut, maupun fleksibilitas dalam melakukan pengiriman.
2. Dilihat dari sisi *shipper*, pertimbangannya bisa didasarkan pada berbagai ongkos yang timbul pada *supply chain*, termasuk ongkos selain yang terkait langsung dengan transportasi, namun sebagai konsekuensi dari mode transportasi, namun sebagai konsekuensi sebagai pemilihan mode transportasi tersebut. Jadi, di samping biaya transportasi yang dipegang perusahaan juga harus mempertimbangkan biaya persediaan, biaya *loading unloading*, dan biaya fasilitas (gudang,dll). Konsekuensi lain seperti waktu pengiriman, tingkat *services level* , *tradeoff* antar ongkos tersebut harus dicari dalam menentukan mode transportasi yang akan dipilih.

Secara umum tiap mode transportasi tersebut memiliki kelemahan dan keunggulan tersendiri ditinjau dari berbagai pertimbangan yang disesuaikan dengan strategi perusahaan dengan mempertimbangkan kendala yang ada (Pujawan dan Mahendra, 2010).

2.3 *Saving matrix*

Secara umum permasalahan penjadwalan dan penentuan rute pengiriman bisa memiliki beberapa tujuan yang ingin dicapai seperti tujuan untuk meminimumkan biaya pengiriman, meminimumkan waktu atau meminimumkan jarak tempuh. Dalam bahasa program matematis, salah satu dari tujuan tersebut dapat menjadi fungsi tujuan dan yang lainnya merupakan kendala. Misalnya, fungsi tujuannya adalah meminimumkan biaya pengiriman namun ada kendala *time window* dan kendala maksimum jarak tempuh tiap kendaraan, disamping kendala lain seperti kapasitas kendaraan atau kendala lainnya (Pujawan dan Mahendra, 2010).

Menurut Pujawan dan Mahendra, 2010 metode *saving matrix* pada hakekatnya adalah metode untuk meminimumkan jarak atau ongkos dengan mempertimbangkan kendala-kendala yang ada. Menurut Pujawan dan Mahendrawathi, metode *saving matrix* terdiri dari beberapa langkah, langkah-langkah dalam *saving matrix* adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi *matrix* jarak

Pada penentuan matriks jarak ini, data jarak antara perusahaan dengan lokasi dan lokasi ke lokasi lainnya sangat diperlukan, setelah mengetahui koordinat dari masing-masing lokasi, maka jarak antar kedua lokasi tersebut dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$i(1,2) = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \quad (1)$$

Akan tetapi jika jarak riil sudah diketahui, maka perhitungan menggunakan rumus tidak digunakan dan menggunakan jarak riil yang sudah ada.

2. Menentukan *matrix* penghematan (*saving matrix*)

Setelah mengetahui jarak keseluruhan yaitu jarak antara pabrik dengan lokasi satu ke lokasi lainnya, maka dalam langkah ini diasumsikan setiap lokasi akan dilewati oleh satu truk secara eksklusif. Artinya akan ada beberapa rute yang berbeda yang akan dilewati untuk tujuan masing-masing. Dengan demikian akan ada penghematan apabila rute digabung dengan asumsi satu arah dengan rute lainnya. Untuk mencari matriks penghemat dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$S(x,y) = J(G,x) + J(G,y) - J(x,y) \quad (2)$$

$S(x,y)$ merupakan penghematan jarak yaitu dari penggabungan antara rute x dengan rute y, serta G adalah gudang.

3. Mengalokasikan tujuan atau konsumen ke rute
Setelah matriks penghematan diketahui, maka langkah selanjutnya adalah pengalokasian lokasi ke rute atau kendaraan. Artinya dalam langkah ini akan ditentukan rute pengiriman yang baru berdasarkan penggabungan rute pada langkah kedua. Hasilnya adalah pengiriman lokasi 1 dan 2 akan dilakukan menggunakan satu rute.
4. Mengurutkan lokasi tujuan dalam satu rute
Langkah ini menentukan urutan kunjungan, ada beberapa metode dalam menentukan urutan kunjungan yaitu:
 - a) Metode *Nearest Insert*
Metode ini menentukan urutan kunjungan dengan mengutamakan lokasi yang kalau dimasukkan ke dalam rute yang sudah, menghasilkan total jarak minimum.
 - b) Metode *Nearest Neighbor*
Metode ini menentukan kunjungan dengan mengutamakan lokasi yang jaraknya paling dekat dengan lokasi yang dikunjungi terakhir.

2.4 Algoritma *sweep*

Algoritma *sweep* merupakan metode yang menggunakan dua tahapan dengan tahap pertama yang berupa *clustering* wilayah dan kendaraan yang tersedia, dan tahapan kedua ialah membangun rute-rute tiap *cluster*. Dalam menyelesaikan algoritma *sweep* diperlukan dua tahapan seperti berikut ini (Saraswati, *et.al*; 2017) :

a) Tahap pengelompokan (*Clustering*)

Langkah-langkah yang dilakukan pada tahap pengelompokan ialah:

- 1) Menentukan tiap posisi agen dalam koordinat kartesius dan menetapkan lokasi depot sebagai pusat koordinat.
- 2) Menentukan seluruh koordinat polar tiap agen dengan depot awal.

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (3)$$

$$\theta = \arctan \frac{x}{y} \quad (4)$$

- 3) Membentuk pengelompokan (*clustering*) dimulai dari agen yang memiliki sudut polar terkecil hingga terbesar dengan mempertimbangkan kapasitas kendaraan.
 - 4) Memastikan semua agen yang terlibat telah dikelompokkan dalam *cluster* ini.
 - 5) Pengelompokan dihentikan apabila melebihi kapasitas kendaraan.
 - 6) Jika hal tersebut terjadi maka dilakukan pembuatan *cluster* baru seperti langkah sebelumnya.
- b) Tahap pembentukan rute distribusi

Tahap pembentukan rute distribusi, dari tiap *cluster* akan diselesaikan dengan metode *nearest neighbor* sehingga didapatkan rute perjalanan dari tiap *cluster*. Langkah-langkahnya sebagai berikut:

- 1) Langkah inisiasi .
 - Menentukan satu titik sebagai titik awal perjalanan yaitu dari depot perusahaan
 - Menentukan himpunan titik (C) yang akan dikunjungi kendaraan.
 - Menentukan urutan rute distribusi sementara.
- 2) Memilih titik selanjutnya yang dikunjungi kendaraan.
Jika n_1 adalah titik diurutkan terakhir dari rute R maka titik berikutnya n_2 yang memiliki jarak paling minimum dengan n_1 , dimana n_2 adalah anggota dari C. Apabila banyak pilihan optimal berarti terdapat lebih dari satu titik dengan jarak yang sama dari titik terakhir dalam rute R dan jarak tersebut merupakan jarak yang paling minimum maka pilihlah secara acak.
- 3) Menambahkan titik terpilih untuk urutan rute berikutnya
Menambahkan titik n_1 pada urutan terakhir rute sementara dan mengeluarkan titik yang terpilih dari daftar titik yang belum dikunjungi.
- 4) Apabila semua titik telah dilewati selanjutnya dilakukan penutupan rute dengan menambahkan titik inisiasi atau titik awal perjalanan di akhir rute.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam melakukan penelitian ini terdapat beberapa metode analisis data. Adapun tahap-tahap yang dilakukan adalah sebagai berikut:

3.1 Identifikasi Masalah

Pada tahap ini dilakukan kegiatan untuk memperoleh data dan informasi tentang apa saja yang ada baik permasalahan dalam proses alamat, rute maupun informasi lainnya.

3.2 Studi Pustaka dan Diskusi

Tahap selanjutnya yaitu pemahaman teori terkait penelitian dengan mencari berbagai teori, jurnal, dan hasil penelitian yang berkaitan dengan penentuan rute dengan metode *saving matrix* dan *algorithm sweep*. Serta melakukan kegiatan diskusi baik dengan kepala bagian produksi maupun dengan operator yang berperan didalamnya.

3.3 Perumusan Masalah

Pada tahap ini dilakukan perumusan masalah yang nantinya dapat dipecahkan dengan hasil penelitian ini berdasarkan informasi dan observasi yang telah dilakukan sebelumnya dengan perusahaan.

3.4 Tujuan

Pada tahap ini ditentukan tujuan apa yang hendak dicapai oleh peneliti berdasarkan masalah dan rumusan masalah yang telah ditetapkan yang memiliki dampak positif bagi perusahaan sehingga permasalahan yang ada dapat teratasi.

3.5 Pengumpulan Data

Untuk memperoleh hasil yang baik maka dalam penelitian dilakukan pengumpulan data yang dibutuhkan sebelum dilakukan pengolahan yang berkaitan dengan penentuan rute distribusi beras BPNT daerah Bantul.

3.6 Analisis Data

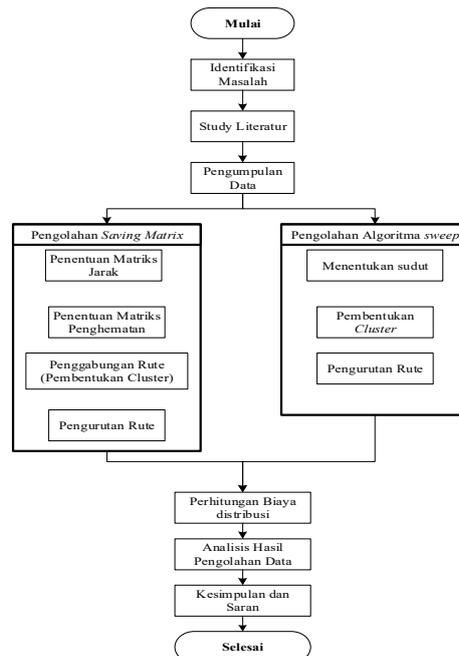
Adapun tahap analisis data yang dilakukan dalam penilaian ini adalah sebagai berikut:

- Analisis hasil menurut metode *saving matrix*
- Analisis hasil menurut metode *sweep*
- Analisis perhitungan biaya

3.7 Kesimpulan dan Saran

Setelah dilakukan analisis dan pengolahan data maka diberikan kesimpulan berdasarkan hasil yang ada yang kemudian diberikan saran baik untuk perusahaan maupun untuk peneliti selanjutnya sehingga hasil berupa usulan perbaikan dapat di aplikasikan perusahaan dan meningkatkan mutu dari produk yang ada.

3.8 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Kerangka alur penelitian

4. HASIL PENELITIAN

4.1. Metode *Saving matrix*

Matrix antar Gudang dan RPK

Pada pengumpulan data didapatkan jarak antar RPK dengan gudang dari google maps. Jarak-jarak antar RPK tersebut diperoleh dari alamat RPK yang tersebar di daerah Bantul. Matriks jarak antar RPK dengan gudang.

Identifikasi Matrix Penghematan

Penghematan *matrix* merupakan penggabungan dua rute secara bersamaan. Penggabungan tersebut disesuaikan dengan jumlah permintaan dan tidak boleh melebihi kapasitas kendaraan . Perhitungan *saving matrix* dilakukan dengan menggunakan micrisoft excel, dengan rumus :

$$S(x,y) = J(G,x) + J(G,y) - J(x,y) \quad (5)$$

Contoh perhitungan penggabungan rute A1 dan A2

$$S(x,y) = J(G,x) + J(G,y) - J(x,y)$$

$$S(x,y) = J(G,A1) + J(G,A2) - J(A1,A2)$$

$$= 11,4 + 12,6 - 6,1$$

$$= 17,9$$

Contoh perhitungan penggabungan rute A1 dan A3

$$S(x,y) = J(G,x) + J(G,y) - J(x,y)$$

$$S(x,y) = J(G,A1) + J(G,A3) - J(A1,A3)$$

$$= 11,4 + 19,3 - 19,2$$

$$= 11,5$$

Penentuan Rute Distribusi

Penentuan rute berdasarkan *saving matrix*, terbentuk dengan melihat penggabungan nilai terbesar dari penggabungan toko dan disesuaikan dengan kapasitas kendaraan agar memperoleh penghematan hasil maksimal. Setelah dilakukan cluster berdasarkan *saving matrix* selanjutnya pengurutan rute berdasarkan *Nearest Neighbor*, *Nearest Insert*, dan *Farthest Insert*.

Nearest neighbor

Penentuan rute berdasarkan *Nearest Neighbor* merupakan pengurutan berdasarkan toko yang berdekatan / toko yang memiliki jarak minimum. Rute perjalanan dibuat dengan menambahkan toko / RPK terdekat dari titik terakhir yang dikunjungi oleh kendaraan. Langkah-langkahnya sebagai berikut Terbentuklah seperti tabel dibawah ini.

- 1) Dimulai dengan titik awal yaitu gudang (G).
- 2) Dapatkan toko terdekat dengan toko terakhir yang sudah ada dalam *cluster*/rute.
- 3) Ulangi Step 2 sampai seluruh toko berada pada satu lintasan rute/*cluster*. Kemudian hubungkan toko awal dan akhir kembali pada gudang (G).

Berikut hasil pengurutan dari *saving matrix nearest neighbor* dapat dilihat pada tabel 1;

Tabel 1. total jarak *saving matrix nearest neighbor*

Rute	Rute yang di Tempuh	Total Jarak (km)
1	G-A6-A15-A29-A4-A3-A7-A23-G	99.1
2	G-A1-A25-A24-A8-A9-A34-A30-A38-A37-G	86
3	G-A33-A32-A14-A10-A18-A2-G	45.6
4	G-A31-A36-A6-G	23
5	G-A20-A39-A40-G	23.8
6	G-A17-A19-A11-A13-G	27.6
7	G-A12-A28-G	24.8
8	G-A5-A16-G	15.6
9	G-A22-A21-A27-G	25.4
	Total	370.9

Nearest Insert

Penentuan rute berdasarkan *Nearest Insert* merupakan pengurutan berdasarkan sisipan jarak minimum / toko yang menghasilkan tambahan jarak minimum. Menyisipkan toko yang memberikan perjalanan terpendek. *Nearest Insert* memiliki langkah-langkah berikut:

- 1) Dimulai dari sebuah titik awal (G)
- 2) Dapatkan toko k sehingga jarak minimum dan membentuk *subtour* G-k-G.
- 3) Tahap pemilihan. Dengan *subtour* yang ada, dapatkan toko k yang tidak berada pada *subtour* dan memiliki jarak paling dekat dari toko dan titik awal.
- 4) Ulangi Step 3 sampai seluruh tokoh berada pada satu lintasan rute/*cluster*. Kemudian hubungkan toko awal dan akhir kembali pada gudang (G).

Berikut hasil pengurutan dari *saving matrix Nearest Insert*;

Tabel 2. total jarak saving matrix nearest insert

Rute	Rute yang di Tempuh	Total Jarak
1	G-A26-A15-A35-A29-A4-A3-A7-A23-G	101.8
2	G-A1-A25-A24-A9-A34-A30-A8-A38-A37-G	96
3	G-A33-A32-A10-A14-A33-A18-A2-G	59.4
4	G-A31-A36-A6	23
5	G-A20-A39-A40-G	31.9
6	G-A17-A19-A11-A13-G	27.5
7	G-A12-A28-G	24.8
8	G-A16-A5-G	15.6
9	G-A22-A21-A27-G	28.9
	Total	408.9

Farthest Insert

Penentuan rute berdasarkan *Farthest Insert* merupakan pengurutan berdasarkan sisipan jarak maksimum / toko yang menghasilkan tambahan jarak maksimum. Menyisipkan konsumen yang memberikan perjalanan paling jauh. *Farthest Insert* memiliki langkah-langkah berikut.

- 1) Dimulai dari sebuah titik awal (G)
- 2) Dapatkan toko k sehingga jarak maksimum dan mentuk *subtour* G-k-G. Berikut contoh perhitungannya pada tabel.
- 3) Tahap pemilihan. Dengan *subtour* yang ada, dapatkan toko k yang tidak berada pada *subtour* dan memiliki jarak paling jauh dari toko dan titik awal.
- 4) Ulangi Step 3 sampai seluruh tokoh berada pada satu lintasan rute/*cluster*. Kemudian hubungkan toko awal dan akhir kembali pada gudang (G). Berikut contoh perhitungannya :

Berikut hasil pengurutan dari *saving matrix Farthest Insert* dapat dilihat :

Tabel 3. total jarak saving matrix Farthest insert

Rute	Rute yang di Tempuh	Total Jarak (km)
1	G-A23-A15-A7-A26-A4-A3-A29-A35-G	185.4
2	G-A8-A37-A34-A38-A30-A24-A9-A25-A1-G	169.9
3	G-A2-A14-A18-A10-A33-A32-G	60.9
4	G-A36-A6-A31-G	25.3
5	G-A39-A40-A20-G	27.1
6	G-A13-A19-A11-A17-G	56.6
7	G-A28-A12-G	24.8
8	G-A16-A5-G	15.6
9	G-A27-A21-A22-G	25.4
	Total	591

Setelah penentuan rute diperoleh maka kemudian perhitungan dilanjutkan ke perhitungan biaya untuk masing-masing metode *saving matrix*.

4.2 Metode Algoritma Sweep

Mencari Titik Koordinat

Proses penentuan rute pada metode Algoritma *Sweep* pertama dilakukan pembentukan peta untuk mendapatkan letak toko pada koordinat cartesius pada proses pemetaan lokasi, maka dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Koordinat } -X_i = \text{Koordinat } BT_i - \text{Koordinat- } BT_0 \quad (6)$$

Dengan, koordinat X_i = koordinat -X lokasi i

Koordinat- BT_i = koordinat - BT lokasi i

Koordinat - BT_0 = koordinat -BT lokasi depot

$$\text{Koordinat } -Y_i = \text{Koordinat } LS_0 - \text{Koordinat- } LSi \quad (7)$$

Dengan, koordinat Y_i = koordinat -Y lokasi i

Koordinat- LT_i = koordinat - LS lokasi i

Koordinat - LT_0 = koordinat -LS lokasi depot

Contoh :

$$\text{Koordinat } X_i (A1) = \text{Koordinat } BT_i - \text{Koordinat } BT_0$$

$$= 110.41475 - 110.28407$$

$$= 0.131$$

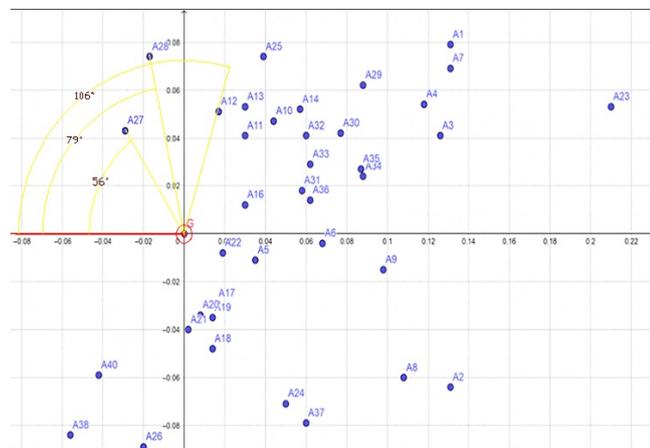
$$\text{Koordinat } Y_i (A1) = \text{Koordinat } LS_0 - \text{Koordinat- } LSi$$

$$= 7.892215 - 7.812885$$

$$= 0.079$$

Menentukan dan mengurutkan Sudut Polar

Pemetaan Titik koordinat dalam penelitian algoritma *sweep* ini menggunakan aplikasi Geometri, kemudian penentuan sudut polar menggunakan aplikasi AutoCAD. Sehingga terbentuklah sudut pada masing masing RPK/toko. Sebagai contoh penentuan sudut dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2. menentukan sudut polar

Setelah mengetahui sudut polar maka sudut tersebut diurutkan berdasarkan berlawanan arah jarum jam dan memperhatikan kapasitas kendaraan yang tersedia. Langkah ini terus berulang hingga semua RPK sudah masuk kedalam rute dengan memperhatikan kapasitas kendaraan.

Nearest neighbor

Penentuan rute algoritma *sweep* selanjutnya berdasarkan *Nearest Neighbor* merupakan pengurutan berdasarkan toko yang berdekatan / toko yang memiliki jarak minimum.

Tabel 4. total jarak *algorithm sweep nearest neighbor*

Nearest Neighbor		
Rute	Rute yang di Tempuh	Total Jarak (km)
1	G-A40-A39-A38-A26-G	39.6
2	G-A17-A19-A20-A21-A18-A24-G	37.7
3	G-A22-A5-A2-A15-A37-A8-A9-G	60.6
4	G-A6-A36-G	22.2
5	G-A31-A24-A35-A3-A23-G	81
6	G-A16-A30-G	27.2
7	G-A33-A32-A29-A4-A7-A1-G	69.4
8	G-A11-A10-A14-G	25.3
9	G-A13-A25-G	39.6
10	G-A12-A28-G	24.8
11	G-A27-G	14.4
Total		441.8

4.3 Perbandingan Biaya

Pada penelitian ini persentase penghematan jarak terbesar ialah menggunakan metode *saving matrix* dengan penentuan rute *Nearest Neighbor* sehingga metode ini dapat menjadi acuan untuk perusahaan untuk pengiriman BPNT Daerah Bantul. Perbandingan ke dua metode dapat dilihat pada tabel dibawah ini dengan persentase penghematan biaya dari rute awal.

Tabel 5. persentase biaya

Perbandingan	Biaya (Rp)	Persentase Penghematan
Rute Awal	7,864,667	
Nearest Neighbor	7,122,503	9.4%
Nearest Insert	7,178,417	9%
Faerthest Insert	7,446,364	5%
Algoritma Sweep	7,257,429	8%

Perbandingan biaya distribusi dapat dilihat pada tabel diatas, persentase penghematan biaya terbesar ialah metode *saving matrix nearest neighbor* dengan 9.4 %. Pemilihan rute dengan jarak minimum antar lokasi (*nearest neighbor*) dan pemilihan dengan satu kendaraan yaitu truk dapat menghemat biaya distribusi bagi perusahaan

4.4 Usulan Rute Distrinusi

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, maka metode terpilih untuk pemilihan rute distribusi beras BPNT daerah bantul ialah metode *saving matrixs nearest neighbor*. Metode ini terpilih karena memiliki jarak tempuh dan biaya distribusi minimum. Seperti yang ditampilkan pada tabel 6;

Tabel 6. rute usulan *saving matrix nearst neighbor*

Nearest Neighbor		
Rute	Rute yang di Tempuh	Total Jarak (km)
1	G-A6-A15-A29-A4-A3-A7-A23-G	99.1
2	G-A1-A25-A24-A8-A9-A34-A30-A38-A37-G	86
3	G-A33-A32-A14-A10-A18-A2-G	45.6
4	G-A31-A36-A6-G	23
5	G-A20-A39-A40-G	23.8
6	G-A17-A19-A11-A13-G	27.6
7	G-A12-A28-G	24.8

Nearest Neighbor		
Rute	Rute yang di Tempuh	Total Jarak (km)
8	G-A5-A16-G	15.6
9	G-A22-A21-A27-G	25.4
	Total Jarak (Km)	370.9
	Total biaya (Rp)	7,122,503

Metode ini terpilih karena memiliki jarak tempuh paling minimum untuk pengiriman beras BPNT daerah bantul, yaitu sebesar 370.9 Km dengan 9 rute pengiriman untuk 40 RPK yang tersebar. Total jarak tempuh berpengaruh terhadap bahan bakar yang digunakan karena pemakaian bahan bakar juga minimum. Rincian bahan bakar dapat dilihat pada table 4.19. Total biaya distribusi metode *saving matrix nearest neighbor* ialah sebesar Rp. 7,122,503 penghematan biaya sebesar 9.4 % dari rute awal. Berikut visualisasi usulan Rute 1 *Saving Matrix Nearest neighbor* dapat dilihat pada gambar 4.5 yang menampilkan RPK yang di kunjungi oleh truk.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan penentuan rute dengan metode *saving matrix* dan *algoritma sweep* untuk pengiriman beras Bantuan Pangan Non Tunai (BPNT) ke 40 RPK yang tersebar di wilayah Bantul diperoleh 9 rute metode untuk *saving matrix* dan 11 rute untuk *algoritma sweep*. Masing-masing metode hasilnya dapat menghemat jarak dan biaya. Adapun hasil dari penentuan rute pengiriman yang dipilih ialah menggunakan metode *saving matrix nearest neighbor* memberikan jarak minimum yaitu 370.9 km dengan biaya Rp. 7,122,503. Metode *saving matrix nearest neighbor* menghemat jarak sebesar 285.3 km dan menghemat biaya sebesar Rp. 745.146 dari rute awal.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan untuk perusahaan dan pengembangan penelitian adalah sebagai berikut;

1. Perusahaan dapat memaksimalkan alat angkut / distribusi menggunakan truk saja.
2. Untuk penelitian selanjutnya, mengenai studi kasus ini dengan memperhatikan / memasukan estimasi waktu yang terjadi.
3. Perkembangan penelitian dengan metode yang belum digunakan sebagai pembandingan untuk optimasi jarak.

DAFTAR PUSTAKA

- Arvianto ,Ary. Dkk, 2014, “Model Vehicle Routing Problem dengan karakteristik Rute Majemuk, Multiple Time Windows, Mutiple products dan Heterogeneous Fleet untuk Depot Tunggal”, *Jurnal Teknik Industri*. Vol. 16. No 2, hh. 83-94, portalgaruda.org
- Garside, Annisa Kesdy dan Dewi Rahmasari, 2017, *Manajemen Logistik*. Universitas Muhammadiyah Malang, Malang.
- Ginting, Rosani, 2007, *Sistem Produksi*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Hasan, Muhammad Fauzi, 2016, Penentuan Rute Distribusi Terpendek Menggunakan Metode Saving Matrix dan Cluster First-Route Secon, *Skripsi*, Teknik Industri, UIN Sunan Kalijaga.
- Heriyanto, Imam, 2015, “Analisis Pengaruh Produk, Harga, Distribusi dan Promosi terhadap Keputusan Pembelian serta Implikasi pada Kepuasan Pelanggan”, *Jurnal Ekonomi, Bisnis dan Entrepreneurship*, Vol. 9, No. 2.
- Ikfan, Noer dan Ilyas Masudin, 2013, “Penentuan Rute Transportasi Terpendek untuk Meminimalkan Biaya Menggunakan Metode Saving Matriks”, *Jurnal Ilmiah Teknik Industri (JITI)*, Vol. 12, No. 2, hh. 165-177, portalgaruda.org.
- Nasution, 2015, *Manajemen Transportasi*, Ed. 4, Ghalia Indonesia, Bogor.
- Oktarina, Suci dkk., 2016, “Usulan Rute Distribusi Kopi Arabika Premium menggunakan Metode Nearest Neighbour dan Tabu Search di PT. X”, *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional Jurusan Teknik Industri*, Vol.4 No. 2, hh. 149-159, portalgaruda.org.

- Pujawan dan Mahendra, 2010, *Manajemen Transportasi dan Distribusi* Ed. 2, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Rahayu, Ragil, 2012, Penentuan Rute Kendaraan Logistik Menggunakan metode Heuristik pada studi kasus gudang bulog kalasan utama divre Yogyakarta, *Skripsi*, Teknik Industri, UIN Sunan Kalijaga.
- Tamin, Ofyar Z, 2003, *Perencanaan dan Model Transportasi* Ed. 1, Institut Teknologi Bandung (ITB), Bandung.
- Wahyudi, Fauzan, 2017, Merancang Rute/Jalur Distribusi Beras di Wilayah Cimahi untuk Perum Bulog Gudang Cimindi Menggunakan Metode Saving Clark Wright, *Skripsi*, Teknik Industri, Universitas Pasundan.