

Penentuan Rute Distribusi Es Balok Menggunakan Algoritma *Nearest Neighbour* dan *Local Search* (Studi Kasus di PT. X)*

CLAUDYA SANIN HUTASOIT, SUSY SUSANTY, ARIF IMRAN

Jurusan Teknik Industri
Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung

Email: claudyasanin@yahoo.com

ABSTRAK

PT. X merupakan perusahaan yang bertugas mendistribusikan es balok kepada pelanggan dalam lingkup Daerah Pelabuhanratu dan sekitarnya. Persoalan yang diteliti yaitu rute pendistribusian dari distributor kepada pelanggan. Rute pendistribusian sebelumnya dilakukan berdasarkan intuisi sehingga rute pendistribusian belum optimal dan pelanggan tidak dapat dilayani dalam satu hari. Persoalan pendistribusian ini akan diselesaikan dengan metode Nearest Neighbour dan diperbaiki oleh Local Search dengan harapan didapatkan rute terpendek. Cara kerja metode Nearest Neighbour adalah pemilihan lokasi pelanggan berdasarkan jarak terdekat dari lokasi terakhir dan perbaikan solusi dilakukan dengan menggunakan Local Search (insertion intra-route (1-0)) dengan memindahkan posisi satu pelanggan dalam satu rute sehingga dihasilkan rute distribusi yang baik.

Kata kunci: *Vehicle Routing Problem, Nearest Neighbour, Local Search, Insertion Intra-Route (1-0).*

ABSTRACT

PT. X is a depot who distribute ice to customers in scope city of Pelabuhanratu and around. The issues examined are routes of distribution from the distributor to the customers. The route of the distribution before is based on the intuition so the route of the distribution are not optimal and the customers cannot served in one day. This problem is solved with Nearest Neighbour method and Local Search. Nearest Neighbour is a method that select the nearest distance from the last a customers location and this solution will be completed with Local Search (insertion intra-route (1-0)) that relocate one node in same route thus produced good route distribution.

Keywords: *Vehicle Routing Problem, Nearest Neighbour, Local Search, Insertion Intra-Route (1-0).*

* Makalah ini merupakan ringkasan dari Tugas Akhir yang disusun oleh penulis pertama dengan bimbingan penulis kedua dan ketiga. Makalah ini merupakan draft awal dan akan disempurnakan oleh para penulis untuk disajikan pada seminar nasional dan/atau jurnal nasional.

1. PENDAHULUAN

1.1 Pengantar

PT X merupakan perusahaan penghasil es balok di Pelabuhanratu. Perusahaan memiliki tiga truk yang digunakan dalam proses pendistribusian es balok, masing-masing truk ini hanya mampu mengangkut maksimal 120 buah es balok. Jumlah permintaan setiap pelanggan bervariasi antara 30 sampai 300 balok. Lokasi antar pelanggan tersebar didaerah Pelabuhanratu. Pendekatan dalam menentukan rute distribusi diperlukan agar didapatkan rute yang baik. Masalah dalam penentuan rute kendaraan disebut dengan *Vehicle Routing Problem* (VRP). Metode yang digunakan dalam penelitian ini untuk menyelesaikan VRP adalah *nearest neighbour* dan *local search*. *Nearest neighbour* adalah metode heuristik, metode ini memilih titik pelanggan terdekat dari titik sebelumnya dalam menghasilkan rute. *Local search* merupakan metode heuristik perbaikan yang terdiri dari beberapa operator, dalam penelitian ini operator *local search* yang digunakan adalah *insertion intra-route* (1-0). *Insertion intra-route* (1-0) merupakan metode dalam memperbaiki solusi awal yang dihasilkan oleh *nearest neighbour*, proses perbaikan dilakukan dengan memindahkan satu titik ke titik yang lain dalam rute yang sama.

1.2 Identifikasi Masalah

Proses penentuan rute sebelumnya didasarkan intuisi. Permasalahan yang dihadapi perusahaan adalah terbatasnya kapasitas kendaraan dan besarnya jumlah permintaan pelanggan. Satu tur dilayani oleh satu kendaraan, dan dibatasi oleh horison perencanaan selama 8 jam. Dalam penentuan rute, masing-masing kendaraan dibatasi oleh waktu cair es selama 3 jam. Jika proses pendistribusian melebihi 3 jam maka es balok akan tidak sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan sehingga kendaraan harus kembali ke depot untuk melakukan *loading*. Tingginya permintaan pelanggan sementara terbatasnya kapasitas angkut kendaraan menyebabkan adanya kemungkinan pelanggan dilayani lebih dari satu kali, karakteristik ini sesuai dengan *Vehicle Routing Problem With Split Deliveries* (VRPSD). Selain itu terbatasnya jumlah kendaraan yang dimiliki perusahaan mengharuskan kendaraan melakukan pelayanan lebih dari satu rute untuk memenuhi permintaan pelanggan, karakteristik VRP ini termasuk pada *Vehicle Routing Problem With Multiple Trips* (VRPMT). Penelitian ini akan diselesaikan dengan metode *Nearest Neighbour* dan *Local Search*.

2. STUDI LITERATUR

2.1 Transportasi dan Distribusi

Menurut Pujawan dan Mahendrawati (2010), manajemen distribusi dan transportasi pada umumnya melakukan sejumlah fungsi dasar yaitu melakukan segmentasi dan menentukan target *service level*, menentukan mode transportasi yang akan digunakan, melakukan konsolidasi informasi dan pengiriman, melakukan penjadwalan dan penentuan rute pengiriman, memberikan pelayanan nilai tambah, menyimpan persediaan, dan menangani pengembalian.

2.2 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 (Laporte, 1992). Batasan yang muncul dalam VRP antara lain berupa setiap pelanggan dikunjungi hanya satu kali oleh satu kendaraan, setiap kendaraan berawal dan berakhir di depot, setiap kendaraan dapat melayani lebih dari satu rute atau banyak trip (*multiple trips*), waktu pengiriman tiap rute tidak melebihi waktu tertentu (*time horison*),

suatu pelanggan hanya dapat dikunjungi pada waktu tertentu atau adanya jendela waktu (*time windows*), dan sebuah pelanggan hanya dapat dikunjungi setelah pelanggan tertentu.

2.2.1 Klasifikasi VRP

Variasi bentuk VRP muncul tergantung pada suatu kondisi atau karakteristik yang ada. Kondisi tersebut terdiri dari sejumlah faktor, kendala, dan fungsi tujuan. Suprayogi (2003) memberikan beberapa contoh variasi dari VRP, antara lain:

1. VRP *Time Windows* (VRPTW)

Setiap pelanggan memiliki rentang waktu dalam pelayanan, pelayanan harus dilakukan pada rentang waktu *time windows* masing-masing pelanggan.

2. VRP *Split Delivery* (VRPSD)

Pelanggan dapat dilayani lebih dari satu kendaraan, hal ini biasanya terjadi karena terbatasnya kapasitas kendaraan dalam melayani pelanggan.

3. VRP *PickUp and Delivery* (VRPPD)

Kendaraan melakukan dua tugas sekaligus, yaitu melakukan pengambilan dan pengantaran produk pada pelanggan.

4. VRP *Multiple Depots* (VRPMD)

VRP ini memiliki depot lebih dari satu.

5. VRP *Multiple Products* (VRPMP)

Karakteristik VRP ini adalah permintaan pelanggan lebih dari satu produk.

6. VRP *Multiple Trips* (VRPMT)

Karakteristik dari VRP ini adalah satu kendaraan dapat menempuh beberapa rute untuk memenuhi kebutuhan pelanggan.

7. VRP *Heterogeneous Fleet of Vehicles* (VRPHFV)

Kendaraan yang digunakan bermacam-macam dengan karakteristik yang berbeda-beda.

8. *Periodic* VRP (PVRP)

Dalam VRP standar, horison perencanaan hanya berlaku pada satu hari, pada variasi VRP ini pelayanan kepada pelanggan dapat dilakukan dalam beberapa waktu selama horison perencanaan.

9. *Stochastic* VRP (SVRP)

Parameter angka (seperti jumlah pelanggan, permintaan masing-masing pelanggan, dan waktu layanan) bersifat acak atau tidak pasti, setiap pelanggan memiliki kemungkinan untuk tidak dikunjungi setiap hari.

10. *Dynamic* VRP (DVRP)

VRP jenis ini bertujuan untuk mengantisipasi apabila terdapat pelanggan baru pada rute tertentu, pelanggan baru ini harus disisipkan pada rute tambahan saat pembuatan rute pengiriman utama.

2.2.2 Vehicle Routing Problem With Multiple Trips (VRPMT)

Vehicle Routing Problem With Multiple Trips (VRPMT) merupakan model VRP yang memungkinkan satu kendaraan memiliki lebih dari satu rute selama horison perencanaan, kendaraan berangkat dan kembali menuju depot lebih dari satu kali selama periode perencanaan.

2.2.3 Vehicle Routing Problem With Split Deliveries (VRPSD)

Dalam VRP standar, setiap pelanggan biasanya dilayani oleh satu kendaraan. Pada VRP with *split deliveries*, pengiriman produk ke satu pelanggan dibagi (*split*) oleh beberapa kendaraan, hal ini dikarenakan terbatasnya kapasitas kendaraan dalam memenuhi satu permintaan sehingga memungkinkan pelanggan dilayani lebih dari satu kali. *Split* dapat dilakukan dengan kendaraan yang sama atau kendaraan yang berbeda, tergantung jumlah dan jenis kendaraan yang ada.

2.3 Nearest Neighbour

Algoritma *Nearest Neighbour* adalah metode heuristik yang digunakan dalam pemecahan VRP, pemecahan masalah dilakukan dengan memulai titik awal kemudian mencari titik terdekat. Metode ini merupakan teknik pemecahan VRP yang sangat efektif, berjalan cepat, dan biasanya menghasilkan kualitas yang cukup layak (Johnson, Bentley, McGeoch, dan Rothberg, 1997). *Nearest Neighbour* merupakan algoritma yang mudah untuk diimplementasikan dan mudah untuk dieksekusi, tetapi tidak menjamin solusi yang dihasilkan optimal. Prosedur metode *Nearest neighbour* adalah sebagai berikut:

1. Dimulai dengan titik awal (depot), lanjutkan ke langkah 2.
2. Mencari titik terdekat dari titik awal, kemudian hubungkan titik tersebut, lanjut ke langkah 3.
3. Ulangi prosedur 2 sampai semua titik dikunjungi, dan lanjut ke langkah 4.
4. Menghubungkan titik pertama dengan terakhir untuk melengkapi tur, prosedur selesai.

2.5 Local Search

Algoritma *local search* didefinisikan sebagai metode heuristik yang menggunakan beberapa kombinasi dari teknik optimasi (Toth dan Vigo, 2002). *Insertion intra-route* (1-0) merupakan salah satu operator dalam *local search*, proses perbaikan dilakukan dengan memindahkan satu titik ke titik pelanggan lain dalam suatu rute yang sama.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Karakteristik VRP

Karakteristik dari masalah penentuan rute kendaraan yang akan dibahas adalah:

1. Terdapat satu depot yang menjadi titik awal kendaraan berangkat dan kembali.
2. Kendaraan dapat melayani satu rute atau lebih selama horison perencanaan (*multiple trips*).
3. Pelanggan dapat dikunjungi lebih dari satu kali selama horison perencanaan (*split delivery*).
4. Total muatan tidak boleh melebihi kapasitas angkut kendaraan yaitu 120 es balok.
5. Total waktu penyelesaian tur dibatasi oleh horison perencanaan.
6. Satu tur dilayani satu kendaraan.
7. Horison perencanaan 8 jam
8. Pendistribusian dibatasi oleh daya tahan es yaitu selama 3 jam
9. Jarak antar lokasi simetris.

3.2 Langkah-Langkah Penentuan Rute dengan Metode Nearest Neighbour

Berikut merupakan langkah-langkah penentuan rute dengan menggunakan metode *Nearest Neighbour*:

Langkah 1

Input data permintaan setiap pelanggan (D_i), Jarak antara depot ke pelanggan dan pelanggan ke pelanggan, horison perencanaan (H), batas waktu cair es, dan waktu *loading* (LT) dan *unloading* (UT). Lanjutkan ke langkah 2.

Langkah 2

Inisialisasi awal, rute ($r = 1$) dan tur ($t = 1$). Lanjutkan ke langkah 3.

Langkah 3

Lokasi awal dari depot. Lanjutkan ke langkah 4

Langkah 4

Melakukan proses *loading* es balok, $LT = 35$ menit, kapasitas (Q) = 120 es balok, lanjutkan ke langkah 5

Langkah 5

Cari pelanggan yang memiliki jarak terpendek dari lokasi terakhir, lanjut ke langkah 6.

Langkah 6

Hitung waktu perjalanan antar lokasi (x_{ijk}), $x_{ijk} = dij/v$, lanjutkan ke langkah 7.

Langkah 7

Jika $Q < Di$, jumlah es yang dipenuhi adalah sejumlah Q dan lanjutkan ke langkah 8, jika $Q \geq Di$ maka jumlah es yang dipenuhi sejumlah permintaan pelanggan (Di), kemudian tandai pelanggan telah terlayani dan lanjutkan ke langkah 8.

Langkah 8

Menghitung nilai Q yang tersisa, $Q = Q - Di$, lanjutkan ke langkah 9

Langkah 9

Hitung *Unloading Time (UT)*, *Completion Time (CT)* dan batas waktu cair (*BTi*), lanjut ke langkah 10.

$$UT = Di / 4, CT = CT + LT + x_{ijk} + UT, BTi = BTi + UT + x_{ijk}$$

Langkah 10

Jika $CT \leq 8$ jam maka lanjutkan ke langkah 11, jika tidak maka batalkan pelanggan terakhir dan lanjutkan ke langkah 14.

Langkah 11

Jika $BTi < 3$ jam maka lanjutkan ke langkah 12 jika tidak lanjutkan ke langkah 13.

Langkah 12

Jika $Q > 0$, jika ya lanjutkan ke langkah 15, jika tidak lanjutkan ke langkah 13.

Langkah 13

Buat rute baru (r), $r = r + 1$. Kembali ke langkah 3.

Langkah 14

Buat tur baru (t), $t = t + 1$. Kembali ke langkah 3

Langkah 15

Jika semua pelanggan telah terlayani, lanjutkan ke langkah 16, jika tidak ke langkah 5.

Langkah 16

Rute dan tur sudah terbentuk, prosedur selesai.

3.3 Langkah-Langkah Perbaikan Rute dengan Algoritma *Local Search (Insertion Intra-Route (1-0))*

Berikut merupakan langkah-langkah perbaikan rute dengan menggunakan *Insertion Intra-Route (1-0)* :

Langkah 1

Input tur dan rute hasil *nearest neighbour*, matriks jarak, LT dan UT , permintaan setiap pelanggan (Di), kapasitas kendaraan (Q). Lanjutkan ke langkah 2.

Langkah 2

Dimulai dari tur ke 1, $i = 1$. Lanjutkan ke langkah 3.

Langkah 3

Melakukan proses *insertion intra-route (1-0)*, menukar urutan pelayanan setiap titik pelanggan dalam rute yang sama untuk setiap rute kendaraan, lanjutkan ke langkah 4, jika semua rute telah dicari tandai tur dan lanjutkan ke langkah 6.

Langkah 4

Jika total jarak pada rute baru lebih kecil dari sebelumnya maka lanjutkan ke langkah 5, jika tidak kembali ke langkah 3.

Langkah 5

Pilih rute baru untuk menggantikan rute sebelumnya, kembali ke langkah 3.

Langkah 6

Jika semua tur sudah dicari lanjutkan ke langkah 8, jika tidak ke langkah 7.

Penentuan Rute Distribusi Es Balok Menggunakan Algoritma Nearest Neighbour dan Local Search
(Studi Kasus di PT. X)

Langkah 7

Hitung $j, j = i+1$. Kembali ke langkah 3.

Langkah 8

Prosedur selesai.

4. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Berikut ini merupakan data-data yang dibutuhkan untuk menyelesaikan permasalahan distribusi es balok dengan menggunakan metode *Nearest Neighbour* dan perbaikan menggunakan *Local Search*.

1. Data Pelanggan dan Permintaan Es Balok, data ini didapatkan dari perusahaan.
2. Jarak Tempuh merupakan jarak antara depot dengan pelanggan dan pelanggan dengan pelanggan yang akan dilewati oleh truk dalam melakukan pendistribusian. Dikarenakan perusahaan tidak memiliki data mengenai jarak tempuh maka jarak tempuh didapatkan dengan menggunakan bantuan website *google maps* dan beberapa didapatkan dari informasi supir kendaraan.
3. Kapasitas Mobil merupakan jumlah galon maksimal yang dapat diangkut dalam sekali pengiriman, yaitu 120 es.
4. Kecepatan Mobil adalah kecepatan rata-rata yang digunakan dalam setiap pengiriman. Kecepatan rata-rata adalah 40 km/jam.
5. Waktu *Loading* dan Waktu *Unloading*. Waktu *loading* merupakan waktu yang dibutuhkan dalam kegiatan memasukkan es balok masuk ke truk. Dan waktu *unloading* merupakan waktu yang dibutuhkan dalam kegiatan mengangkut es balok keluar dari truk. Waktu *loading* yaitu 35 menit dan *unloading* adalah 1 menit untuk setiap 4 es.
6. Jumlah kendaraan yang saat ini dimiliki oleh perusahaan adalah sebanyak 3 truk.

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Pembentukan Rute Menggunakan Nearest Neighbour

Penentuan rute dengan metode *Nearest Neighbour* dilakukan berdasarkan langkah-langkah yang terdapat pada bagian 3.2, rute yang dihasilkan dapat dilihat pada pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Rute VRPMTSD Menggunakan Nearest Neighbour Alternatif 1

| Tur | Rute | Waktu Penyelesaian (menit) |
|-------|---------------------------------------|----------------------------|
| 1 | A-C-B-A-I-D-E-A-K-G-A-H-G-A-J-G-A-G-A | 469,0725 |
| 2 | A-G-A-E-F-L-A-Z4-X-A-L-M-A-M-A | 473,465 |
| 3 | A-X-Z3-A-N-P-A-P-O-A | 421,2 |
| 4 | A-O-Q-A-Z3-Y-Z-A | 372,1 |
| 5 | A-Z1-Z2-A-Z2-Z-W-V-A | 416,242 |
| 6 | A-R-S-A-S-A | 467,2 |
| 7 | A-U-T-A | 253,715 |
| 8 | A-T-V-A | 437,45 |
| TOTAL | | 3310,4445 |

Tabel 2. Rute VRPMTSD Menggunakan *Nearest Neighbour* Alternatif 2

| Tur | Rute | Waktu Penyelesaian (menit) |
|-------|---------------------------------------|----------------------------|
| 1 | A-C-B-A-I-D-E-A-K-G-A-J-G-A-H-G-A-G-A | 469,0725 |
| 2 | A-G-A-E-F-L-A-Z4-X-A-L-M-A-M-A | 473,465 |
| 3 | A-X-Z3-A-N-P-A-P-O-A | 421,2 |
| 4 | A-O-Q-A-Z3-Y-Z-A | 372,1 |
| 5 | A-Z1-Z2-A-Z2-Z-W-V-A | 416,242 |
| 6 | A-R-S-A-S-A | 467,2 |
| 7 | A-U-T-A | 253,715 |
| 8 | A-T-V-A | 437,45 |
| TOTAL | | 3310,4445 |

4.2.2 Optimisasi Menggunakan *Local Search Insertion Intra-Route* (1-0)

Perbaikan rute yang dihasilkan menggunakan algoritme *Nearest Neighbour* dilakukan dengan menggunakan *Local Search* dengan operator *Insertion Intra-Route* (1-0), perbaikan ini menggunakan alat bantu yaitu program Java. Rute hasil perbaikan menggunakan *Local Search* alternatif 1 dan 2 dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Rute VRPMTSD Setelah Perbaikan Menggunakan *Insertion Intra-Route* (1-0) Alternatif 1

| Tur | Rute | Waktu Penyelesaian (menit) |
|-------|---------------------------------------|----------------------------|
| 1 | A-C-B-A-I-D-E-A-K-G-A-H-G-A-J-G-A-G-A | 469,0725 |
| 2 | A-G-A-E-L-F-A-Z4-X-A-L-M-A-M-A | 473,45 |
| 3 | A-X-Z3-A-N-P-A-P-O-A | 421,2 |
| 4 | A-O-Q-A-Z3-Y-Z-A | 372,1 |
| 5 | A-Z1-Z2-A-Z-W-V-Z2-A | 412,642 |
| 6 | A-R-S-A-S-A | 467,2 |
| 7 | A-U-T-A | 253,715 |
| 8 | A-T-V-A | 437,45 |
| TOTAL | | 3306,8295 |

Tabel 4. Rute VRPMTSD Setelah Perbaikan Menggunakan *Insertion Intra-Route* (1-0) Alternatif 2

| Tur | Rute | Waktu Penyelesaian (menit) |
|-------|---------------------------------------|----------------------------|
| 1 | A-C-B-A-I-D-E-A-K-G-A-J-G-A-H-G-A-G-A | 469,0725 |
| 2 | A-G-A-E-L-F-A-Z4-X-A-L-M-A-M-A | 473,45 |
| 3 | A-X-Z3-A-N-P-A-P-O-A | 421,2 |
| 4 | A-O-Q-A-Z3-Y-Z-A | 372,1 |
| 5 | A-Z1-Z2-A-Z-W-V-Z2-A | 412,642 |
| 6 | A-R-S-A-S-A | 467,2 |
| 7 | A-U-T-A | 253,715 |
| 8 | A-T-V-A | 437,45 |
| TOTAL | | 3306,8295 |

5. ANALISIS

5.1 Analisis Pembentukan Rute Menggunakan Algoritma *Nearest Neighbour*

Total waktu penyelesaian dari rute yang terbentuk menggunakan *nearest neighbour* adalah 3310,4445 menit dengan jumlah tur yang dihasilkan adalah 8 tur. Terdapat 2 alternatif rute yaitu alternatif 1 dan alternatif 2, perbedaan ini terdapat pada tur 1 dimana pada alternatif 1 pelanggan H dikunjungi terlebih dahulu, pada alternatif 2 pelanggan J yang dikunjungi terlebih dahulu. *Split Delivery* dalam rute yang sama dapat dilihat pada pelanggan G, dan untuk rute yang berbeda dapat dilihat pada pelanggan O.

5.2 Analisis Perbaikan Rute Menggunakan Algoritma *Local Search (Insertion Intra-Route (1-0))*

Dari Tabel 3 dan 4 dapat dilihat total waktu penyelesaian adalah 3306,8295 menit. Perbaikan rute dilakukan pada rute 2 di tur ke-2 dan rute 2 pada tur 5. Rute sebelumnya yaitu Depot-Pasar (Terminal)-Alimas-Citepus-Depot atau A-E-F-L-A, diperbaiki menjadi Depot-Pasar (Terminal)-Citepus-Alimas-Depot atau A-E-L-F-A. Perbaikan ini menghasilkan penghematan jarak sebesar 0,01 kilometer atau 10 meter. Pada rute 2 tur 5 rute awal yaitu A-Z2-Z-W-V-A diperbaiki menjadi A-Z-W-V-Z2-A. Perbaikan ini menghasilkan perbedaan jarak 2,4 km. Total penghematan waktu setelah perbaikan adalah 3,615 menit.

5.3 Analisis Jam Kerja

Jam kerja yang ditetapkan oleh perusahaan adalah 24 jam dengan jam operasi pengiriman es balok setiap 8 jam. Berdasarkan tur yang terbentuk, waktu penyelesaian tidak melebihi horison perencanaan dan total waktu penyelesaian semua tur untuk masing-masing kendaraan tidak melebihi 24 jam, sehingga perusahaan dapat melayani pelanggan dalam satu hari. Penjadwalan ini terbagi menjadi 3 shift. Kendaraan 1, 2, dan 3 melayani masing-masing 1 tur pada shift pertama dan kedua, pada shift ketiga hanya kendaraan 1 dan 2 yang melakukan pelayanan.

5.4 Alokasi Kendaraan

Jumlah kendaraan yang dimiliki perusahaan saat ini adalah sebanyak 3 truk, dengan kapasitas yang sama yaitu 120 balok. Tur yang terbentuk adalah 8, maka kendaraan 1 dan 2 akan memiliki 3 tur dan untuk kendaraan 3 akan memiliki 2 tur. Kendaraan 1 akan melayani pada tur ke-1, 4, dan 7 dan menghasilkan total waktu sebesar 1094,8875 menit. Kendaraan 2 akan melayani tur ke-2,5,8 dan menghasilkan total waktu sebesar 1327,157 menit. Kendaraan 3 akan melayani tur 3 dan 6, dan menghasilkan total waktu 888,4 menit. Karena kendaraan 2 dan 3 memiliki rentang waktu yang sangat berbeda maka tur ke 2 akan ditukar dengan tur ke 3 sehingga kendaraan 2 akan melayani tur 3,5,8 dan menghasilkan total waktu 1274,892 menit. Kendaraan 3 akan melayani tur 2 dan 6, dan menghasilkan total waktu 940,665 menit.

6. KESIMPULAN

6.1 Kesimpulan

Rute yang terbentuk dari karakteristik *vehicle routing problem with multiple trips and with split delivery* (VRPMTSD) di Tirtajaya *home industry* terdiri dari 8 tur, masing-masing tur terdiri dari 1 sampai 6 rute. Penyelesaian VRPMTSD menggunakan metode *nearest neighbour* dan hasilnya diperbaiki oleh *local search (insertion intra-route (1-0))*. Dari hasil perhitungan didapatkan total waktu penyelesaian menggunakan *nearest neighbour* sebesar 3310,4445 menit dan perbaikan menggunakan *local search* sebesar 3306,8295 menit, penghematan waktu setelah perbaikan adalah 3,615 menit. Jumlah kendaraan yang dimiliki

perusahaan adalah 3 truk, kendaraan 1 akan melayani tur 1, 4 dan 7. Kendaraan 2 melayani tur 3,5,8 dan kendaraan 3 melayani tur 2 dan 6

6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk perusahaan dan penelitian selanjutnya adalah perusahaan dapat menggunakan penelitian ini untuk rute distribusi es balok, dan penelitian ini dapat dikembangkan dengan menggunakan operator *local search* yang lain seperti *insertion inter-route* (1-0) dan *2-opt intra-route*, ataupun menggunakan metode metaheuristik seperti *ant colony*, *tabu search* dan algoritma genetika untuk menghasilkan solusi yang lebih optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Para penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan penelitian ini.

REFERENSI

Johnson, D. L., Bentley J.L., Mc Geoch L. A., and Rothberg E. E. (1997). *Near-optimal solutions to very large travelling salesman problem*, Monograph, in preparation.

Laporte, G. (1992). The Vehicle Routing Problem: An Overview of Exact and Approximate Algorithms, *European Journal of Operating Research*, 59.

Pujawan, I., N., dan Mahendrawathi. (2010). *Supply Chain Management*, Edisi Kedua, Guna Widya, Surabaya.

Suprayogi. (2003). Algoritma Sequential Insertion Untuk Memecahkan Vehicle Routing Problem. *Jurnal Teknik dan Manajemen Industri*, 23(3).

Toth, P., and Vigo, D. (2002). An Overview of Vehicle Routing Problem. In Toth, P. and Vigo, D. *The vehicle routing problem*. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics.