



**PENYELESAIAN MASALAH OPTIMISASI RUTE DISTRIBUSI AIR MINUM
MENGUNAKAN METODE NEAREST NEIGHBOUR**

***SOLVING THE OPTIMIZATION PROBLEM OF DRINKING WATER DISTRIBUTION
ROUTES USING THE NEAREST NEIGHBOUR METHOD***

Choirunnisa Prilya Maulani, Prodi Matematika FMIPA UNY
Sahid*, Prodi Matematika FMIPA UNY
*e-mail: sahid@uny.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil dari metode *nearest neighbour* dalam menentukan rute distribusi air minum merk AirKu milik PDAM Tirta Binangun. Permasalahan optimasi pada PDAM Tirta Binangun yaitu belum memiliki rute distribusi yang pasti dalam menyebarkan produknya. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data nama dan alamat mitra, data jarak mitra, data permintaan tiap mitra, dan kendaraan yang digunakan serta kapasitas maksimalnya yang diperoleh melalui proses wawancara. Metode penelitian yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut adalah metode *nearest neighbour*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa menggunakan metode *nearest neighbour* pada PDAM Tirta Binangun menghasilkan jarak total 170,47 km, waktu total distribusi 5 jam 31 menit, bahan bakar total yang dibutuhkan 15,53 liter, dan biaya total untuk bahan bakar Rp178.434,5 lebih efektif dan hemat dibandingkan rute awal yang dimiliki yaitu menempuh jarak sejauh 344,4 km, waktu total 9 jam 54 menit, bahan bakar 36,638 liter jika semua distribusi menggunakan mobil L300 dengan bahan bakar solar atau 26,492 jika menggunakan mobil box Carry dengan bahan bakar pertalite.

Kata kunci: distribusi, rute, metode *nearest neighbour*.

Abstract

The objective of this study is to examine the outcomes of the nearest neighbor method in determining the distribution routes for AirKu branded drinking water owned by PDAM Tirta Binangun. The optimization issue at PDAM Tirta Binangun revolves around the absence of definite distribution routes to effectively disseminate its products. The research employs data including partner names and addresses, partner distances, partner demands, as well as the vehicles used and their maximum capacities, which were obtained through interviews. The research methodology utilized to address this problem is the nearest neighbor method. The research findings reveal that employing the nearest neighbor method at PDAM Tirta Binangun yields a total distance of 170.47 km, a total distribution time of 5 hours and 31 minutes, a total fuel consumption of 15.53 liters, and a total fuel cost of Rp 178,434.5. This approach proves to be more effective and economical compared to the initial existing routes, which covered a distance of 344.4 km, a total time of 9 hours and 54 minutes, and a fuel consumption of 36.638 liters when utilizing an L300 vehicle fueled with diesel, or 26.492 liters when using a Carry box truck fueled with pertalite.

Keywords: distribution, route, nearest neighbor method.

PENDAHULUAN

Bagi perusahaan yang menghasilkan suatu produk dan akan menyebarluaskan produknya, masalah transportasi merupakan permasalahan yang sering dihadapi saat akan melakukan distribusi produk. Distribusi merupakan hal yang sangat penting bagi perusahaan, karena merupakan proses perpindahan barang yang diproduksi yang kemudian akan disalurkan ke konsumen untuk memenuhi kebutuhan (Chopra dan Meindl, 2010). Salah satu faktor yang mempengaruhi eksistensi suatu perusahaan yaitu distribusi, karena dapat mempengaruhi ketersediaan *demand* dari konsumen secara tepat waktu dan dalam jumlah yang ditentukan oleh konsumen. Proses distribusi dilakukan selama jam kerja yang telah ditentukan oleh perusahaan.

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Binangun yang berlokasi di Jl. Masjid Agung No.1, Area Sawah, Wates, Kulon Progo adalah perusahaan daerah yang bergerak di bidang jasa penyediaan air untuk wilayah Kabupaten Kulon Progo. Perusahaan yang didirikan berdasarkan keputusan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 022/KPTS/CK/1984 bertujuan untuk terselenggaranya pengelolaan sarana penyediaan air di Kabupaten Kulon Progo. Selain menyediakan air bersih bagi kegiatan sehari-hari masyarakat, PDAM Tirta Binangun juga menyediakan air minum yang sudah memenuhi persyaratan sehingga aman untuk dikonsumsi. Air minum yang diberi nama "*AirKu*" tersebut dipasarkan untuk memenuhi kebutuhan hidrasi khususnya di Kabupaten Kulon Progo dan sekitarnya.

PDAM Tirta Binangun bekerja sama dengan beberapa mitra berupa toserba atau warung kecil yang tersebar di beberapa kecamatan di Kulon Progo untuk memasarkan hasil produksinya sehingga masyarakat lebih mudah untuk mendapatkan produk air minum tersebut. Pada penelitian ini, data yang digunakan sebanyak 21 mitra dengan rincian 20 mitra berada di Kabupaten Kulon Progo dan satu mitra berada di Kabupaten Sleman.

Produk air minum yang dipasarkan oleh PDAM Tirta Binangun berupa air minum dengan tiga varian ukuran. Varian pertama yaitu berupa gelas dengan ukuran 120ml dan 240ml. Varian kedua berupa air minum botol dengan ukuran 300 ml dan 600 ml. Varian ketiga berupa gallon dengan ukuran 19 liter. Menggunakan dua kendaraan yang dimiliki yaitu satu mobil box dengan kapasitas 150 box dan satu mobil L300 dengan kapasitas 150 box, PDAM Tirta Binangun mendistribusikan produknya kepada mitra yang dimiliki.

Pada saat proses menyebarluaskan hasil produksi air minum *AirKu*, PDAM Tirta Binangun tidak melakukan pengiriman dalam sekali jalan di satu waktu, melainkan setelah dari mitra yang pertama kembali ke depot untuk mengambil barang lalu melanjutkan ke mitra selanjutnya. Hal tersebut mengakibatkan banyak waktu dan biaya yang terbuang. Rute pengiriman air minum ke mitra pada saat ini ditentukan oleh pengetahuan sopir. Jadwal sopir yang berubah-ubah setiap harinya menyebabkan rute pengiriman yang dilalui sering berbeda dan berubah. Salah satu faktor penting yang harus diperhatikan oleh suatu perusahaan dalam mendistribusikan hasil produksinya adalah masalah penentuan rute kendaraan dalam melayani pelanggan. Rute kendaraan yang dibuat tidak hanya mempertimbangkan jarak tempuh, tetapi juga biaya perjalanan, waktu tempuh, kapasitas kendaraan, dan jam operasional. Hal ini penting untuk diperhatikan agar proses distribusi barang dapat dilakukan secara efektif, efisien, dan memperoleh keuntungan yang optimal.

Permasalahan dalam menentukan rute kendaraan dengan tujuan meminimumkan jarak yang memenuhi kendala-kendala yang diberikan, termasuk dalam permasalahan yang disebut *Vehicle Routing Problem* (VRP). VRP diperkenalkan pertama kali oleh Dantzig dan Ramser pada tahun 1959. VRP dapat didefinisikan sebagai masalah merancang pengiriman yang optimal dari satu atau lebih depot ke sejumlah pelanggan yang tersebar secara geografis (Laporte, 1992). Rute akan dibuat sedemikian rupa sehingga kendaraan hanya mengunjungi setiap mitra satu kali saja. Seluruh rute berawal dari depot dan akan berakhir di depot, dan jumlah permintaan dalam satu rute tidak boleh melebihi kapasitas maksimal kendaraan.

Salah satu variasi dari VRP adalah *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP) yang menggunakan batasan kapasitas kendaraan yang digunakan (Raden Prana, 2007). CVRP adalah masalah pengoptimalan jarak tempuh perjalanan kendaraan dalam pendistribusian barang dari depot ke sejumlah pelanggan sehingga menghasilkan rute dengan total jarak tempuh yang minimum (Kara dkk, 2004). Penentuan rute kendaraan tersebut harus memperhatikan beberapa batasan yaitu setiap kendaraan harus memulai rute perjalanan dari depot dan setelah melayani sejumlah pelanggan harus diakhiri atau kembali lagi ke depot. Setiap pelanggan hanya dilayani satu kali saja oleh kendaraan yang memiliki kapasitas tertentu. Panjang rute yang dilalui oleh setiap kendaraan sesuai dengan kapasitasnya agar sistem pelayanan pada penentuan rute distribusi menjadi lebih efektif, efisien dan dapat meningkatkan kemampuan perusahaan untuk memenuhi permintaan barang secara lebih cepat.

Metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan CVRP dalam tugas akhir ini adalah metode *nearest neighbour*. Metode ini dipilih karena pada penyelesaian masalah pengiriman barang menggunakan metode tersebut hasilnya cukup efisien. Metode *nearest neighbour* memiliki karakteristik pembentukan rute distribusi yang sesuai dengan keadaan nyata pada kondisi di lapangan. Teknik penerapan rute yang ditetapkan pada metode ini lebih mudah dilakukan dan metode *nearest neighbour* ini merupakan metode yang dapat dijadikan sebagai dasar dalam menentukan rute distribusi menggunakan metode lainnya. Kendaraan bergerak menuju ke pelanggan-pelanggan terdekat dari depot yang belum dikunjungi dengan permintaan dari pelanggan tersebut tidak melebihi kapasitas kendaraan yang digunakan (Braysy & Gendreau, 2005). Hasil rute yang diperoleh pada penulisan tugas akhir ini diharapkan dapat dijadikan sebagai rute alternatif dalam proses pendistribusian air minum di PDAM Tirta Binangun Kulon Progo agar lebih efektif.

METODE

Objek Penelitian

Objek yang akan digunakan pada penelitian ini adalah rute perjalanan kendaraan pendistribusian air minum AirKu ke beberapa mitra yang dimiliki oleh PDAM Tirta Binangun. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data yang didapatkan melalui wawancara dengan Kepala Unit Air Minum dalam Kemasan (AMDK) PDAM Tirta Binangun. Data yang diperoleh adalah data nama dan alamat lengkap mitra, data permintaan mitra, data jarak dari depot ke mitra dan dari mitra ke mitra lainnya, dan kendaraan yang digunakan serta kapasitas maksimal kendaraan.

Langkah-langkah Penelitian

Langkah-langkah penelitian dalam menentukan rute distribusi yang optimal pada pendistribusian air minum AirKu adalah mengidentifikasi permasalahan distribusi yang dialami objek penelitian secara matematis, melakukan pengambilan data yang dibutuhkan untuk penelitian, melakukan pengolahan data yang didapatkan dengan program RStudio menggunakan metode *nearest neighbour*, dan menganalisis hasil dari data yang telah diolah program.

Pemodelan Secara Matematis

Pendistribusian air minum AirKu dapat didefinisikan sebagai suatu graf $G = (V, E)$. Himpunan V terdiri dari gabungan himpunan pelanggan C dan depot (PDAM Tirta Binangun), $V = \{0, 1, \dots, 22\}$. Himpunan C berupa pelanggan 1 sampai 21 atau $C = \{1, 2, \dots, 21\}$, depot dinyatakan dengan 0 dan 22. Jaringan jalan yang dilalui oleh kendaraan dinyatakan sebagai himpunan rusuk berarah E yang merupakan penghubung antara pelanggan dan depot, $E = \{(i, j) | i, j \in V, i \neq j\}$. Semua rute dimulai dan berakhir di depot. Himpunan k merupakan kumpulan kendaraan yang homogen dengan kapasitas q . Setiap pelanggan i , dengan $i \in C$ memiliki permintaan d_i sehingga pencarian rute optimal dibatasi oleh kapasitas kendaraan.

Setiap rusuk $(i, j) \in E$ memiliki jarak tempuh C_{ij} dan jarak tempuh diasumsikan simetris ($C_{ij} = C_{ji}$), dan juga bahwa $C_{ii} = C_{jj} = 0$, satu-satunya variabel keputusan x_{ijk} .

Selanjutnya x adalah variabel keputusan yang didefinisikan sebagai:

$$x_{ijk} = \begin{cases} 1, & \text{jika terdapat perjalanan dari } i \text{ ke } j \text{ dengan kendaraan } k; \\ 0, & \text{jika tidak terdapat perjalanan dari } i \text{ ke } j \text{ dengan kendaraan } k. \end{cases}$$

Tujuan permasalahan CVRP dari distribusi air minum AirKu ke mitra yang dimiliki sebagai berikut.

$$\text{Meminimumkan } Z = \sum_{k=1}^2 \sum_{i=0}^{21} \sum_{j=1}^{22} c_{ij} x_{ijk}. \quad (1)$$

dengan kendala-kendala sebagai berikut.

1. Setiap pelanggan dikunjungi tepat satu kali oleh satu kendaraan

$$\sum_{k=1}^2 \sum_{j=1}^{22} x_{ijk} = 1, \quad \forall i \in V. \quad (2)$$

2. Total permintaan semua pelanggan dalam satu rute tidak melebihi kapasitas maksimal kendaraan

$$\sum_{i=0}^{21} d_i \sum_{j=1}^{22} x_{ijk} \leq 150, \quad \forall k \in K. \quad (3)$$

3. Setiap rute berawal dari depot

$$\sum_{j=1}^{22} x_{0jk} = 1, \quad \forall k \in K. \quad (4)$$

4. Setiap kendaraan yang mengunjungi satu pelanggan pasti akan meninggalkan pelanggan tersebut

$$\sum_{i=0}^{21} x_{ijk} - \sum_{j=1}^{22} x_{ijk} = 0, \quad \forall k \in K. \quad (5)$$

5. Setiap rute berakhir di depot

$$\sum_{i=0}^{21} x_{i22k} = 1, \quad \forall k \in K. \quad (6)$$

6. Variabel x_{ijk} merupakan variabel biner

$$x_{ijk} \in \{0,1\}, \forall i, j \in V, \forall k \in K. \quad (7)$$

Asumsi pencarian rute dalam masalah CVRP ini adalah setiap pelanggan terhubung satu sama lain dan jarak antar pelanggan simetris, yang artinya $C_{ij} = C_{ji}$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penyelesaian permasalahan dibagi menjadi beberapa tahap yaitu mendeskripsikan distribusi air minum di PDAM Tirta Binangun dan data yang digunakan, penyelesaian menggunakan metode *nearest neighbour*, dan analisis hasil dari data yang diolah program serta perbandingan rute awal dan rute akhir.

1. Distribusi Air Minum di PDAM Tirta Binangun

Pada penelitian yang telah dilakukan di PDAM Tirta Binangun yang memproduksi air minum dalam kemasan dalam beberapa ukuran telah diperoleh data seperti alamat lengkap mitra, permintaan dari masing-masing mitra, jarak antar mitra, kendaraan yang digunakan serta kapasitas maksimal dari kendaraan tersebut. Produk yang didistribusikan adalah ukuran gelas/cup 240ml dan dikemas dalam bentuk dus/box, dimana satu dus berisi 48 gelas/cup. Hasil yang didapat adalah PDAM Tirta Binangun bekerjasama dengan 21 mitra untuk mendistribusikan produk air minum AirKu. Kendaraan yang digunakan untuk mendistribusikan produknya adalah satu mobil box dengan kapasitas maksimal 150 box dan satu mobil L300 dengan kapasitas maksimal 150 box.

Tabel 1. Data permintaan mitra PDAM

Kode	Nama Mitra	Permintaan (box)
C0	PDAM Tirta Binangun	0 (depot)
C1	Dinas Perdagangan dan Perindustrian Kulon Progo	5
C2	Kantor Pos Wates	30
C3	Gedung Kesenian Kulon Progo	10
C4	Tomira Kudhori	5
C5	Indomaret Tomira Brigjen Katamso	20
C6	CSI (Gunung Gempal)	30
C7	Joglo "TP" Resto Angkringan	10
C8	Disnakertrans Kulon Progo	5
C9	Kejaksaaan Negeri Kulon Progo	2
C10	Bu Tayem (Dayakan)	30
C11	Rumah Makan Podomoro	38
C12	Toko Wibowo	10
C13	Warung Wandu	6
C14	Pak Yanu	5
C15	Omah Cantrik	6
C16	Balai Kalurahan Giripurwo	10
C17	Resto Bukit Cubung	12

C18	Kantor Kapanewon Nanggulan	5
C19	SMK Tamansiswa Nanggulan	15
C20	Balai Desa Wijimulyo	4
C21	RSKIA Sadewa Babarsari	41
Jumlah total permintaan		299

2. Penyelesaian Menggunakan Metode *Nearest Neighbour*

Berikut merupakan langkah-langkah penyelesaian masalah distribusi air minum AirKu PDAM Tirta Binangun dengan metode nearest neighbour menggunakan bantuan program RStudio.

- Input data matriks jarak yang telah tersedia dengan cara *copy* tabel matriks pada file yang telah tersedia. RStudio membaca data tersebut dengan menggunakan perintah `data=read.delim("clipboard")`.
- Input data permintaan (*demand*) dari mitra yang dimiliki oleh PDAM Tirta Binangun. Dengan cara yang sama seperti input matriks jarak, data permintaan didapatkan dengan cara *copy* tabel pada bagian "Permintaan". RStudio akan membaca data permintaan tersebut dengan menggunakan perintah `demand=read.delim("clipboard")`.
- Menentukan anggota dari masing-masing kendaraan agar kendaraan yang dimiliki dapat dimaksimalkan. Terdapat dua kendaraan yang digunakan dengan masing-masing kapasitasnya adalah 150 box. Pembagian kelompok kendaraan terdapat pada Tabel 2. Kendaraan pertama mengantarkan ke tujuh (7) mitra dengan total beban 150 box dan kendaraan kedua mengantarkan ke 14 mitra dengan total beban 149 box.

Tabel 2. Pengelompokkan mitra ke dua kendaraan

Kendaraan			Kendaraan		
	Kendaraan	Jumlah		Kendaraan	Jumlah
C1	2	5	C12	2	10
C2	2	30	C13	2	6
C3	2	10	C14	2	5
C4	2	5	C15	2	6
C5	1	20	C16	2	10
C6	2	30	C17	2	12
C7	2	10	C18	2	5
C8	2	5	C19	1	15
C9	1	2	C20	1	4
C10	1	30	C21	1	41
C11	1	38			

- d. Menentukan rute-rute perjalanan berdasarkan kelompok kendaraan yang telah ditentukan. Tahapan pembentukan rute akan diselesaikan dengan metode *nearest neighbour*. Rute perjalanan diawali dan berakhir di depot.

```

#Rute terpendek
rute=data.frame(rute=rute[,1])
rownames(rute)=rownames(data[-1,])
for(i in 1:2){
  r1=subset(rute,rute==i)

rute1=data[rownames(which(rute==i,arr.ind=TRUE)),c(rownames(which(rute==i
,arr.ind=TRUE)))]
  rute1[upper.tri(rute1)]=0
  rute2=data[rownames(which(rute==i,arr.ind=TRUE)),c("C0")]

rute3=data[rownames(which(rute==i,arr.ind=TRUE)),c("C0",rownames(which(ru
te==i,arr.ind=TRUE)))]
  cat('Matriks Jarak Rute ke',i,':\n')
  cat('\n')
  print(rute3)
  rute1[rute1==0]=max(rute1)+1
  rute1=cbind(DC=rute2,rute1)
  rute4=rute1[,-1]
  rute5=t(rute4)
  nrow1=rownames(rute1)
  r=matrix(ncol=nrow(rute3),nrow=1)
  r1=rownames(which(rute1==min(rute1[,1]),arr.ind=TRUE))
  if(r1=="C1"){
    nrow1[1]=c("CG1")
    r1=c("CG1")
    colnames(rute1)[2]=c("CG1")
    rownames(rute1)[1]=c("CG1")
  }
  if(min(rute1[,r1])<min(rute1[r1,])){
    r2=rownames(which(rute1==min(rute1[,r1]),arr.ind=TRUE))
  } else {
    o2=which(rute5==min(rute4[r1,]),arr.ind=TRUE)
    r2=rownames(o2)
  }
  nrute1=nrow1[!grepl(r1,nrow1)]
  rute1=rute1[nrute1,nrute1]
  rute5=t(rute1)
  if(min(rute1[,r2])<min(rute1[r2,])){
    r3=rownames(which(rute1==min(rute1[,r2]),arr.ind=TRUE))
  } else {
    o3=which(rute5==min(rute1[r2,]),arr.ind=TRUE)
    r3=rownames(o3)
  }
  r[1,1]=r1
  r[1,2]=r2
  r[1,3]=r3
  for(j in 4:(nrow(rute3))){
    nrute1=nrute1[!grepl(r[1,j-2],nrute1)]
    rute1=rute1[nrute1,nrute1]
    rute5=t(rute1)
    if(min(rute1[,r[1,j-1]])<min(rute1[r[1,j-1],])){
      r[1,j]=rownames(which(rute1==min(rute1[,r[1,j-
1]]),arr.ind=TRUE))
    } else {
      o2=which(rute5==min(rute1[r[1,j-1],]),arr.ind=TRUE)
      r[1,j]=rownames(o2)
    }
  }
  if(r[1,1]=="CG1"){
    r[1,1]=c("C1")
  }
  j1=vector()
  j0=data["C0",r[1,1]]
  for(k in 2:(nrow(subset(rute,rute==i)))){
    j1[k-1]=data[r[1,k-1],r[1,k]]
  }
  j01=data[r[1,k],"C0"]
  jd=j0+sum(j1)+j01
  r=as.vector(r)
  r2=c("G",r,"G")
  r2=as.matrix(r2)

```

```

rownames(r2)=c(1:(nrow(rute3)+2))
cat('\n')
cat('Urutan rute Terpendek untuk kelompok',i,'adalah :\n')
cat('\n')
print(t(r2))
cat('\n')
cat('Dengan total jarak sebesar :\n')
cat('\n')
print(jd)
cat('\n')
cat('\n')
}
}

```

i. Rute kendaraan 1

Depot telah diketahui yaitu PDAM Tirta Binangun, langkah selanjutnya menentukan mitra pertama yang akan dikunjungi kemudian memilih mitra selanjutnya yang terdekat sampai mitra terakhir di kelompok, yang berarti produk yang dibawa kendaraan telah habis didistribusikan. Rute perjalanan kendaraan pertama dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Urutan rute perjalanan kendaraan pertama

Urutan rute Terpendek untuk kelompok 1 adalah:									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
[1,]	"C0"	"C5"	"C9"	"C10"	"C11"	"C19"	"C20"	"C21"	"C0"
Dengan total jarak sebesar:									
[1]	88.4								

Hasil rute yang akan dilalui oleh kendaraan pertama adalah C0 – C5 – C9 – C10 – C11 – C19 – C20 – C21 – C0. Total jarak yang ditempuh 88.4 km dan melayani satu depot dan tujuh mitra. Kendaraan yang digunakan pada rute perjalanan ini adalah mobil box Carry dengan bahan bakar bensin jenis pertalite.

ii. Rute kendaraan 2

Kendaraan kedua memulai perjalanan dari depot sama seperti kendaraan pertama yaitu PDAM Tirta Binangun, langkah selanjutnya menentukan mitra pertama yang akan dikunjungi oleh kendaraan kedua kemudian memilih mitra selanjutnya yang terdekat sampai mitra terakhir di kelompok 2, sampai semua mitra terlayani dan muatan yang dibawa oleh kendaraan habis didistribusikan ke mitra. Rute perjalanan kendaraan pertama dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Urutan rute perjalanan kendaraan 2

Urutan rute Terpendek untuk kelompok 2 adalah:								
	1	2	3	4	5	6	7	8
[1,]	"C0"	"C1"	"C3"	"C2"	"C4"	"C8"	"C12"	"C13"
	9	10	11	12	13	14	15	16
	"C14"	"C7"	"C6"	"C15"	"C16"	"C18"	"C17"	"C0"
				"	"	"		
Dengan total jarak sebesar:								
[1]	82.07							

Hasil rute yang akan dilalui oleh kendaraan kedua adalah C0 – C1 – C3 – C2 – C4 – C8 – C12 – C13 – C14 – C7 – C6 – C15 – C16 – C18 – C17 – C0 dengan total jarak yang ditempuh 82.07 km dan melayani satu depot dan 14 mitra. Kendaraan yang digunakan pada rute perjalanan ini adalah mobil pick up L300 dengan bahan bakar yang digunakan berjenis solar.

Pembahasan

Pemilihan algoritma yang lebih efektif untuk diterapkan pada permasalahan distribusi air minum AirKu di PDAM Tirta Binangun dikatakan efektif jika jarak tempuh minimal dan utilitas kendaraan maksimal. Pada rute awal yang dimiliki oleh PDAM Tirta Binangun banyak jarak, waktu, bahan bakar dan biaya bahan bakar yang terbuang, selain itu kapasitas kendaraan juga kurang dimaksimalkan karena hanya mengangkut permintaan dari satu mitra saja lalu kembali ke depot untuk mengambil permintaan dari mitra lainnya. Sedangkan dengan menggunakan metode *nearest neighbour* dalam sekali pengantaran, kendaraan langsung mengantarkan ke beberapa mitra yang masuk ke dalam kelompok dan barang yang dibawa memenuhi kapasitas dari kendaraan yang digunakan.

Tabel 5. Perbandingan rute awal dan rute dengan *nearest neighbour*

Variabel	Rute Awal	Rute dengan <i>Nearest Neighbour</i>
Jarak	344,4 km	170,47 km
Waktu	9 jam 54 menit	5 jam 31 menit
Bahan Bakar	36,638 liter (solar) / 26,492 liter (pertalite)	15,53 liter
Biaya BB	Rp 463.474,5 (solar)/Rp 264.923,1 (pertalite)	Rp 178.434,5

Berdasarkan Tabel 5 ditunjukkan bahwa terdapat selisih yang cukup jauh dari semua variabel yang terdapat pada distribusi air minum PDAM Tirta Binangun. Berdasarkan rincian di atas dilihat bahwa rute distribusi dengan menggunakan metode *nearest neighbour* lebih efektif dibandingkan dengan rute awal yang digunakan oleh PDAM Tirta Binangun. Hal tersebut dikarenakan waktu dan biaya bahan bakar yang dikeluarkan lebih sedikit dibandingkan dengan rute awal yang dimiliki. Dengan menggunakan metode *nearest neighbour* PDAM dapat menghemat waktu sebanyak 4 jam 23 menit dan menghemat jarak sejauh 173,93 km. PDAM juga menghemat pengeluaran biaya bahan bakar yang sebelumnya Rp 463.474,5 jika semua rute dilayani dengan mobil L300 berbahan bakar solar atau Rp 264.923,1 jika semua rute dilayani dengan mobil box Carry berbahan bakar bensin pertalite, dengan rute menggunakan metode *nearest neighbour* PDAM hanya mengeluarkan total biaya bahan bakar Rp 178.434,5 untuk total dua kendaraan, yang mana lebih hemat dibandingkan kedua pilihan pada rute awal yang dimiliki.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka diperoleh kesimpulan yaitu pencarian rute dengan menggunakan metode *nearest neighbour* dengan bantuan program RStudio lebih efektif dibandingkan dengan rute awal yang dimiliki oleh PDAM Tirta Binangun. Rute perjalanan yang dihasilkan dengan menggunakan metode *nearest neighbour* dengan bantuan program RStudio menghasilkan jarak total 170,47 km, waktu total distribusi 5 jam 31 menit, bahan bakar total yang dibutuhkan 15.53 liter, dan biaya total yang dikeluarkan untuk bahan bakar Rp178.434,5 diselesaikan dengan dua kendaraan yang dimiliki oleh PDAM Tirta Binangun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada koordinator Prodi Matematika dan seluruh Dosen Prodi Matematika yang telah memberikan ilmu dan bimbingan hingga terselesainya artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Braysy, O. & Gendreau, M. (2005). Vehicle Routing Problem with Time Windows, Part 1: Route Construction and Local Search Algorithms. *System Operation Research*, 39: Hal. 104-118.
- Chopra, Sunil & Meindl, Peter. (2010). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation*. Fourth Edition. New Jersey: Pearson Education, Inc.
- Kara, I., Laporte, G., & Bektas T. (2004). A Note on the lifted Miller-Tucker-Zemlin subtour elimination constraints for the capacitated vehicle routing problem. *European Journal of Operational Research*, Vol. 158, Hal 793-795.
- Laporte, G. (1992). The Vehicle Routing Problem: An Overview of Exact and Approximate Algorithms. *European Journal of Operational Research*, 59, 345-358.
- Prana, Raden. (2007). *Aplikasi Kombinatorial pada Vehicle Routing Problem*. Bandung: Jurusan Teknik Informatika, ITB Bandung.