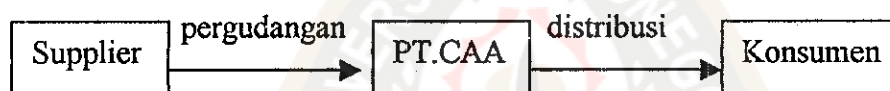


BAB III
MANAJEMEN PENGENDALIAN PERSEDIAAN
DAN
PENDISTRIBUSIAN

3.1. Manajemen Persediaan pada PT. Catur Alamanda Adiprana

PT. Catur Alamanda Adiprana dalam menjalankan kegiatan usahanya secara garis besar meliputi pengadaan barang jadi yang diperoleh dari supplier, pergudangan, dan penyaluran / pendistribusian kepada para konsumennya.



Dalam hal pengadaan barang jadi, PT. Catur Alamanda Adiprana bekerjasama dengan dua perusahaan industri sebagai suppliernya yaitu PT. Prima Graha Keramindo,Tbk dan PT. Indo American Ceramics,Tbk dimana sebagai pensuplai produk keramik Arwana dan produk sanitary American Standard. Produk-produk yang diperdagangkan oleh perusahaan ini sangat banyak jenisnya, baik itu untuk produk keramik maupun produk sanitary.

Untuk keramik Arwana, semua jenis produk berukuran sama yaitu 30 * 30 cm, sedangkan motif dan warnanya berbeda-beda. Perbedaan untuk motif dan warna disimbolkan dengan kode yang berisi angka-angka , seperti tertera dalam tabel berikut ini :

Tabel 1. Jenis-jenis Produk Keramik Arwana

No.	MOTIF	WARNA
1.	<i>PLAIN</i> (polos)	3633 (<i>Maroon</i>) 3663 (<i>White</i>) 3673 (<i>Green</i>) 3683 (<i>Peach</i>) 3693 (<i>Black</i>)
2.	<i>MARBLE</i> (dasar putih, serabut)	3628 (<i>Pink, green, blue</i>) 3668 (<i>Pink, grey, green, blue</i>) 3718 (<i>Pink, grey, blue</i>) 3828 (<i>Grey, pink</i>) 3688 (<i>Green, pink, blue</i>) 3088 (<i>Beige, green</i>)
3.	<i>FANCY</i> (dasar gelap, serabut)	3617 (<i>Maroon</i>) 3627 (<i>Gold, black</i>) 3637 (<i>Gold, maroon</i>) 3647 (<i>Blue</i>) 3667 (<i>Maroon</i>) 3817 (<i>Motif kayu</i>) 3827 (<i>Bintang green, brown, black</i>) 3847 (<i>Green</i>) 3867 (<i>Green, black, maroon</i>)

4.	<i>GRANITY</i> (bintik-bintik, halus)	3609 (<i>Grey</i>) 3639 (<i>White</i>) 3649 (<i>Cream</i>) 3629 (<i>Maroon</i>) 3659 (<i>Green</i>) 3679 (<i>Black</i>) 3689 (<i>Brown</i>) 3699 (<i>Light green</i>) 3859 (<i>Green</i>) 3869 (<i>Dark green</i>)
5.	<i>STRATA</i> (bintik-bintik, kasar)	3709 (<i>Choco</i>) 3719 (<i>Green</i>) 3729 (<i>Blue</i>) 3739 (<i>Pink</i>)

Sedangkan untuk produk sanitary American Standard, juga banyak sekali jenisnya dan hal itu dapat diuraikan dalam tabel berikut ini :

Tabel 2. Jenis-jenis produk Sanitary American Standard

NO	TYPE PRODUK	MODEL
1	Kloset Monoblok	<ul style="list-style-type: none"> a. <i>Lexington</i> b. <i>Hamilton</i>
2	Kloset Duoblok	<ul style="list-style-type: none"> a. <i>San Remo</i> b. <i>Granada II Space CCST</i> c. <i>Granada II Space CCPT</i> d. <i>Charisma Elegance CCST</i> e. <i>Granada II CCST</i>
3	Kloset Duduk Ekonomis	Gaya
4	Kloset Jongkok	<ul style="list-style-type: none"> a. <i>Rapi Ex</i> b. <i>Rapi C</i>
5	Urinal	<ul style="list-style-type: none"> a. <i>Mini Washbrook Top Spud</i> b. <i>Maybrook II Top Spud</i>
6	Wastafel & Pedestal	<ul style="list-style-type: none"> a. <i>San Remo Lavatory & Pedestal</i> b. <i>Granada II Lavatory & Pedestal</i> c. <i>Nevada Lavatory & Pedestal</i>
7	Wastafel Meja	<ul style="list-style-type: none"> a. <i>Rondalyn</i> b. <i>Aqualyn</i>
8	Wastafel Gantung	<ul style="list-style-type: none"> a. <i>Studio Corner</i> b. <i>Studio 35 Lavatory</i> c. <i>Studio 45 Lavatory</i> d. <i>Studio 50 Lavatory</i>

9	<p>Aksesoris Keramik</p> <p>a. Tempat Sabun, Spons & Shampoo</p> <p>b. Tempat Sabun 11 * 22</p> <p>c. Tempat Sabun 15 * 15</p> <p>d. Tempat Kertas Toilet (<i>Paper Holder</i>)</p>
---	---

Untuk jenis warna dalam produk sanitary American Standard dapat dikategorikan dalam dua golongan seperti tertera dalam tabel berikut:

Tabel 3. Type Warna Produk American Standard

<i>Standard Colour</i>	<i>Premium Colour</i>
<ul style="list-style-type: none"> • <i>White</i> • <i>Sky Blue</i> • <i>Ivory</i> • <i>Bahama Beige</i> • <i>Whisper Blue</i> • <i>Whisper Pink</i> • <i>Whisper Grey</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Penthouse Red</i> • <i>Classic Turquoise</i> • <i>Sorrento Blue</i>

Meskipun sangat banyak jenis produk keramik Arwana dan produk sanitary American Standard, akan tetapi tidak semua jenis-jenis tersebut terdapat dalam stock. Hal ini disebabkan karena adanya produk yang bersifat "*fast moving*" maupun yang bersifat "*slow moving*", dimana khusus untuk produk yang bersifat *slow moving* sangat jarang ditemui di dalam stock persediaan perusahaan. Oleh karena itu, dalam penulisan kali ini analisis persediaan hanya dibatasi untuk beberapa produk yang termasuk dalam kategori *fast moving*.

Dalam manajemen persediaan, saat ini ada perjanjian kontrak antara perusahaan dengan pihak supplier, dimana kuantitas pemesanan yang dilakukan perusahaan merupakan kuota dari pihak supplier untuk kawasan JABOTABEK yang mana PT.Catur Alamanda Adiprana sebagai distributor tunggalnya. Periode pengiriman kuota adalah bulanan (datang pada tiap awal bulan), dimana kuota ini langsung menjadi persediaan bagi pihak perusahaan. Apabila permintaan pada suatu periode tertentu melebihi jumlah kuota dan persediaan sebelumnya, maka stock tidak akan dapat memenuhi permintaan pelanggan dan akan timbul suatu kerugian. Istilah ini dikenal dengan *stockouts*. Tetapi apabila permintaan pada suatu periode tertentu lebih kecil dari jumlah kuota dan persediaan sebelumnya, maka *stockouts* tidak akan terjadi. Salah satu kebijakan yang diambil perusahaan ketika terjadi *stockouts* adalah perusahaan langsung bernegosiasi dengan pihak supplier untuk memperbaharui perjanjian kontrak (menambah kuota). Melihat manajemen persediaan yang terjadi di perusahaan, maka diasumsikan bahwa perusahaan tidak pernah memperhitungkan *stockouts* maupun *safety stock*.

3.2 Sistem Permintaan Bebas Model Deterministik

Salah satu alasan terpenting mengadakan *inventory* atau persediaan adalah memungkinkan untuk membeli atau memproduksi/menghasilkan barang dalam jumlah yang ekonomis. Untuk menentukan kebijakan persediaan yang optimum, ada beberapa parameter penting yang dibutuhkan yaitu permintaan, biaya-biaya yang berhubungan dengan persediaan, dan periode datangnya pesanan (*lead time*).

Biaya penyimpanan dan biaya pemesanan sangat berkaitan erat dalam prosedur yang diambil, dipilih yang memberikan biaya total yang minimal.

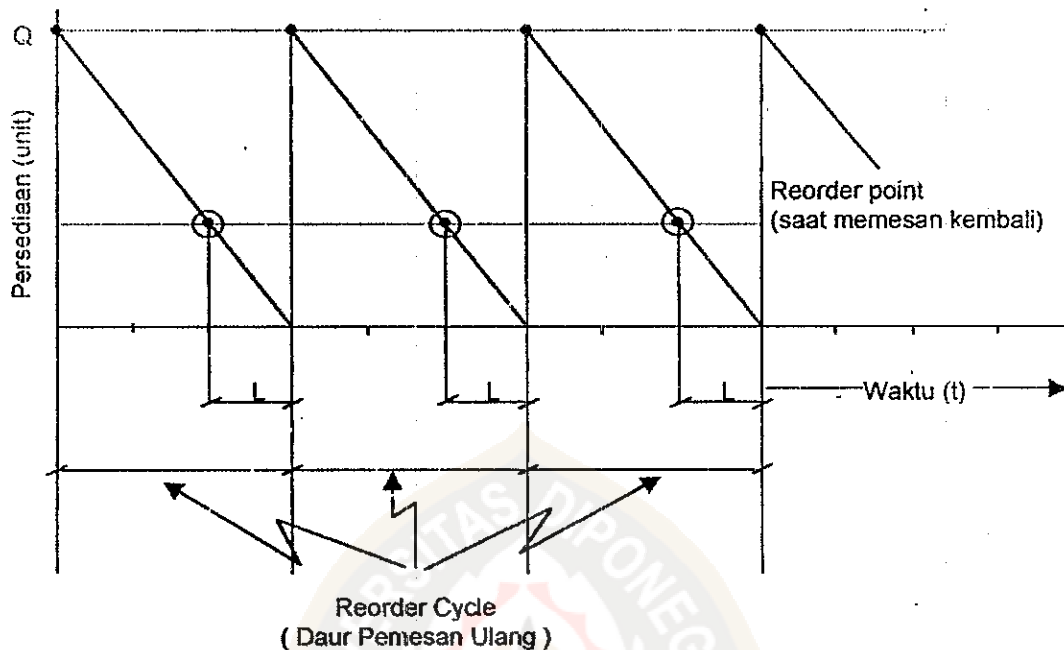
Masalah pengendalian persediaan barang merupakan salah satu masalah penting yang dihadapi perusahaan. Persediaan barang yang terlalu besar dan terlalu kecil dapat menimbulkan berbagai masalah dalam kegiatan produksi maupun pemenuhan permintaan konsumen. Oleh karena itu, diperlukan suatu cara yang dapat digunakan dalam pemecahan masalah pengendalian persediaan tersebut yaitu dengan model EOQ (*Economic Order Quantity*) atau Jumlah Pesanan Ekonomis. Karena model EOQ merupakan pemodelan matematis yang dapat membantu dalam pengambilan keputusan untuk menentukan tingkat persediaan yang optimal.

3.2.1. EOQ – *Single Item*

EOQ – *Single Item* merupakan model persediaan yang hanya terdiri dari satu macam barang saja. Adapun asumsi-asumsi dasar yang digunakan dalam model ini yaitu :

1. Tingkat permintaan adalah tetap (hampir konstan)
2. Periode datangnya pesanan (*lead time*) adalah tetap dan lebih besar atau sama dengan nol.
3. Harga beli per-unit adalah tetap
4. Biaya setiap kali pesan adalah tetap dan bebas dari jumlah satuan di dalam pesanan tersebut.
5. Biaya penyimpanan per-unit adalah tetap
6. Satuan barang merupakan produk tunggal, tidak ada interaksi dengan produk lain.

Berdasarkan asumsi-asumsi ini, tingkat persediaan sepanjang waktu diperlihatkan dalam gambar berikut ini :

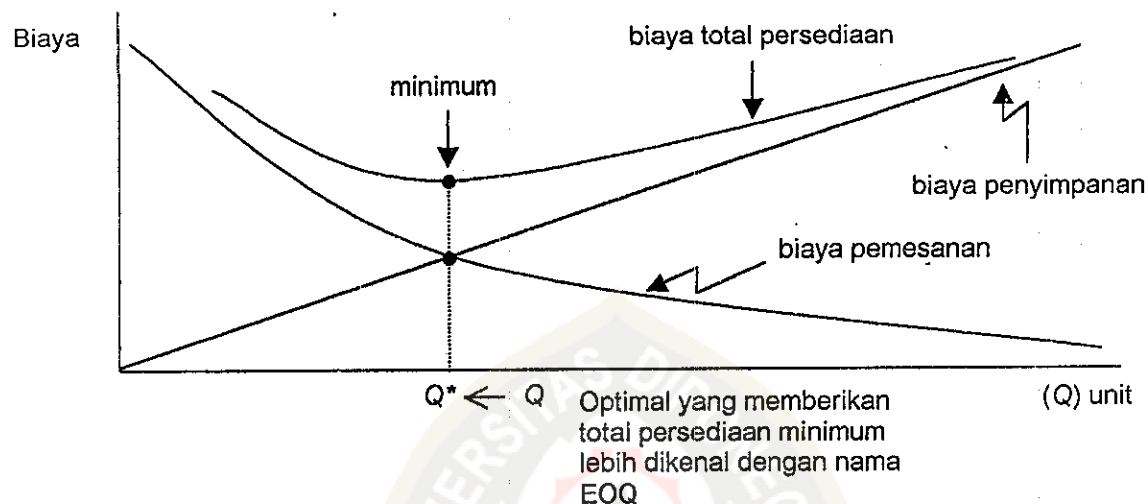


Gambar 6. Model dasar EOQ – Fixed Order System

Biaya-biaya yang relevan untuk model ini adalah biaya penyimpanan (*holding cost*) dan biaya pemesanan (*ordering cost*). Biaya penyimpanan akan bertambah secara proporsional sesuai dengan jumlah yang disimpan, demikian juga dengan biaya total pemesanan (*ordering cost*) besarnya ditentukan oleh banyaknya frekuensi pesanan, dimana semakin besar frekuensi pesanan maka akan semakin besar pula jumlah biayanya.

Biaya total persediaan (*total inventory cost*) adalah jumlah dari biaya total penyimpanan (*holding cost*) dan biaya total pemesanan (*ordering cost*). Gambar berikut ini menyajikan perilaku parameter-parameter biaya yang membentuk

model biaya total persediaan. Nilai optimal yang akan dicapai oleh model ini adalah nilai Q (jumlah pesanan) yang akan memberikan biaya total persediaan minimum.



Gambar 7 : Model Q Optimal (model dasar EOQ)

Secara matematis, pesanan (Q) optimal (Q^*) dapat dicari dengan menentukan titik minimum dari fungsi biaya total persediaan dengan jalan menurunkan fungsi biaya total persediaan terhadap variabel pesanan (Q).

$$\text{Biaya total persediaan} \quad = \quad \text{biaya total pemesanan} \quad + \quad \text{biaya penyimpanan}$$

$$(\text{total inventory costs}) \quad \quad \quad (\text{ordering cost}) \quad \quad \quad (\text{holding cost})$$

$$\text{Biaya total pemesanan} \quad = \quad \text{biaya setiap kali pesan} \quad * \quad \text{frekuensi pemesanan}$$

$$\text{Frekuensi pemesanan}(N) \quad = \quad \frac{\text{permintaan selama periode tertentu } (D)}{\text{banyaknya unit setiap kali pesan } (Q)}$$

$$TIC = \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}h$$

syarat minimum adalah $\frac{\partial TIC}{\partial Q} = 0$

$$\frac{\partial TIC}{\partial Q} = -\frac{D}{Q^2}S + \frac{h}{2} = 0$$

$$\frac{\partial TIC}{\partial Q} = 0 \rightarrow$$

$$-\frac{D}{Q^2}S + \frac{h}{2} = 0$$

$$\frac{D}{Q^2}S = \frac{h}{2}$$

$$Q^2 = \frac{2DS}{h}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{h}}$$

Junlah pesanan yang optimal (Q^*) akan memberikan biaya total persediaan yang minimum. Walaupun telah meminimalkan biaya atas dasar tahunan, setiap unit waktu dapat digunakan asalkan tingkat permintaan dan tingkat bunga adalah cocok.

Disamping Q (unit yang harus dipesan) optimal yang akan memberikan biaya total persediaan minimum, maka juga dapat ditentukan frekuensi pesanan (N) optimal yang juga akan memberikan biaya total persediaan minimum. Hal ini dapat diperoleh dengan mensubstitusikan $Q = \frac{D}{N}$ pada persamaan biaya total persediaan.

$$TIC = \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}h = \frac{D}{\frac{D}{N}}S + \frac{\frac{D}{N}}{2}h = NS + \frac{D}{2N}h$$

syarat minimum adalah $\frac{\partial TIC}{\partial N} = 0$

$$\frac{\partial TIC}{\partial N} = S - \frac{D}{2N^2}h = 0$$

$$\frac{\partial TIC}{\partial N} = 0 \rightarrow$$

$$S - \frac{D}{2N^2}h = 0$$

$$S = \frac{D}{2N^2}h$$

$$N^2 = \frac{Dh}{2S}$$

$$N^* = \sqrt{\frac{Dh}{2S}}$$

Tentu saja bahwa N optimal akan memberikan Q optimal dan demikian pula sebaliknya, yang mana keduanya akan memberikan biaya total persediaan yang minimum, dengan demikian tidak perlu menghitung sekaligus keduanya namun cukup salah satu saja.

Reorder Cycle(Y) atau Daur Pemesanan Ulang adalah periode waktu sejak unit yang dipesan (Q) datang hingga saat datangnya unit yang dipesan berikutnya, dimana hal tersebut ditunjukkan sebagai berikut :

$$Y = \frac{1}{N} * \text{satuan periode waktu}$$

Keterangan :

D = tingkat permintaan (unit)

S = biaya per pesanan yang ditempatkan (rupiah)

h	=	biaya penyimpanan 1 unit barang (Rp/unit)
Q	=	ukuran jumlah yang dipesan (unit)
Q^*	=	jumlah pesanan yang optimal (unit)
N	=	frekuensi pemesanan
Y	=	daur pemesanan ulang (<i>Reorder Cycle</i>)

3.2.2. EOQ – Multi Item

Dalam dunia nyata sangat sedikit perusahaan yang memiliki hanya satu macam barang saja dalam persediaannya, begitu pula yang terjadi pada PT. Catur Alamanda Adiprana. Kecenderungan pertumbuhan dan perkembangan memungkinkan perusahaan memiliki lebih banyak lagi macam barang yang harus diadakan serta disediakan, hal ini yaitu masalah persediaan yang terdiri dari lebih dari satu macam persediaan tentu saja menuntut manajemen untuk memikirkannya agar tujuan untuk meminimumkan investasi dalam persediaan dapat tercapai.

Model EOQ – *Multi Item* merupakan pengembang lanjutan dari model EOQ – *Single Item*. Asumsi yang dipergunakan tidaklah berbeda, namun ada dua buah asumsi baru yang perlu ditambahkan yaitu :

- Biaya pesan untuk masing-masing jenis persediaan adalah sama.
- Biaya penyimpanan yang dalam prosentase (%) dari nilai rata-rata persediaan adalah sama.

Hal tersebut dapat ditunjukkan dalam persamaan berikut :

Biaya total persediaan (TIC) = biaya total pemesanan + biaya penyimpanan

di mana :

$$\text{biaya total pemesanan} = \sum_{i=1}^n \frac{D_i}{Q_i} S = S \sum_{i=1}^n \frac{D_i}{Q_i}$$

$$\text{biaya penyimpanan} = \sum_{i=1}^n \frac{Q_i h_i}{2}$$

$$\text{sehingga diperoleh : } TIC = S \sum_{i=1}^n \frac{D_i}{Q_i} + \sum_{i=1}^n \frac{Q_i h_i}{2}$$

Dari persamaan fungsi biaya total persediaan di atas dapat ditentukan pesanan untuk jenis barang ke- i (Q_i) yang optimal (Q_i^*) dan frekuensi pesanan untuk jenis barang ke- i (N_i) yang optimal (N_i^*) dengan jalan menurunkan fungsi biaya total persediaan masing-masing terhadap variabel Q_i dan variabel N_i , sehingga akan diperoleh :

- Jumlah pesanan untuk jenis barang ke- i yang optimal (Q_i^*)

$$Q_i^* = \sqrt{\frac{2D_i S}{h_i}}$$

- Frekuensi pesanan untuk jenis barang ke- i yang optimal (N_i^*)

$$N_i = \frac{D_i}{Q_i} = \frac{D_i}{\sqrt{\frac{2D_i S}{h_i}}}$$

$$N_i^2 = \frac{D_i^2}{\frac{2D_i S}{h_i}} = \frac{D_i h_i}{2S}$$

$$N_i^* = \sqrt{\frac{D_i h_i}{2S}}$$

Keterangan :

- D_i = tingkat permintaan barang ke-i (unit)
 Q_i^* = jumlah optimal barang ke-i yang dipesan (unit)
 h_i = biaya penyimpanan 1 unit barang ke-i (Rp)
 S = biaya setiap kali pesanan (Rp)

Reorder Cycle dari masing-masing barang bergantung pada *Lead Time* dan frekuensi pesannya, dimana dalam hal ini akan memberikan frekuensi pemesanan untuk masing-masing barang yang berbeda karena Q_i dan D_i juga tidak sama untuk masing-masing jenis barang.

3.3. Masalah Rute Kendaraan (*Vehicle Routing Problem*)

Permasalahan pada penelitian ini adalah mencoba mencari pemecahan masalah rute kendaraan (*vehicle routing*) dengan menggunakan metode heuristik, disini heuristik yang akan dipakai adalah *saving* heuristik, yang nantinya dari hasil perhitungan akan diperoleh total panjang lintasan minimal rute kendaraan.

Permasalahan dibatasi hanya pada masalah *vehicle routing* klasik. Adapun asumsi dalam *vehicle routing* klasik antara lain : hanya satu komoditi yang harus didistribusikan, banyaknya depot satu, kapasitas kendaraannya seragam, permintaan pelanggan diketahui sebelumnya (deterministik), kendala yang diperhitungkan hanyalah kapasitas kendaraan, dan yang terakhir adalah jarak antara dua pelanggan yang memenuhi pertidaksamaan segitiga (*Euclidean Space*).

3.3.1. Heuristik

Misalnya kita dihadapkan pada suatu persoalan. Biasanya untuk mencapai tujuannya harus melalui beberapa tahap, dalam hal ini adalah situasi atau kondisi tertentu dari persoalan tersebut. Kumpulan situasi atau kondisi tertentu dari suatu persoalan disebut ruang keadaan dari persoalan tersebut. Sedang untuk memudahkan kita dalam menentukan lintasan terbaik di antara lintasan-lintasan yang mengarah ke tujuan persoalan, digunakan suatu metode atau prinsip-prinsip tertentu dan ini disebut dengan heuristik.

Heuristik adalah suatu kriteria, metode, atau prinsip-prinsip untuk menentukan *path* atau lintasan yang paling efektif menghasilkan solusi di antara lintasan-lintasan alternatif yang mungkin terjadi. Masalah-masalah yang bisa menggunakan heuristik mempunyai bentuk umum sebagai berikut :

- Mempunyai keadaan awal
- Terdefinisi bentuk keadaan tujuan yang akan dicari.
- Mempunyai beberapa alternatif lintasan yang dapat dilalui dari keadaan awal ke keadaan tujuan.

Fungsi heuristik adalah fungsi yang memetakan keadaan tertentu dari suatu persoalan ke pengukuran, yang biasa dinyatakan dengan angka (nilai riil). Fungsi heuristik yang dirancang dengan baik akan memandu proses pencarian solusi melalui arah yang menguntungkan, dengan cara mengusulkan pemilihan lintasan terbaik bila terdapat lebih dari satu pilihan lintasan. Dalam melakukan pencarian solusi persoalan biasanya digunakan metode pencarian yang berisi urutan langkah-langkah yang dilakukan untuk mencapai tujuan.

3.3.2. Masalah *Vehicle Routing*

Seperti telah diuraikan sebelumnya bahwa masalah rute kendaraan (*vehicle routing problem*) adalah istilah yang biasa diberikan untuk sebuah kelas masalah yang meliputi dikunjunginya pelanggan (*customer*) oleh kendaraan (*vehicle*).

Masalah utama dalam *vehicle routing* ini adalah bagaimana menentukan rute untuk kendaraan tersebut sedemikian sehingga setiap pelanggan terlayani oleh tepat satu kendaraan, permintaannya terpenuhi, muatan sepanjang rute tidak melampaui kapasitas kendaraan dan akhirnya jumlah panjang rute seluruh kendaraan adalah minimum.

Secara umum masalah *vehicle routing* yang akan dibahas diformulasikan sebagai berikut:

$$\text{Meminimalkan } Z = \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^N \left(d_{ij} \sum_{k=1}^V x_{ijk} \right) \quad \dots(1)$$

dengan kendala :

$$\sum_{i=0}^N \sum_{k=1}^V x_{ijk} = 1 \quad j = 1, \dots, N \quad \dots(2)$$

$$\sum_{i=0}^N x_{ilk} - \sum_{j=0}^N x_{ljk} = 0 \quad \begin{array}{l} k = 1, \dots, V \\ l = 0, \dots, N \end{array} \quad \dots(3)$$

$$\sum_{j=1}^N x_{0jk} = 1 \quad k = 1, \dots, V \quad \dots(4)$$

$$\sum_{i=1}^N \left(q_i \sum_{j=0}^N x_{ijk} \right) \leq W \quad k = 1, \dots, V \quad \dots(5)$$

$$y_i - y_j + N \sum_{k=1}^V x_{ijk} \leq N - 1 \quad i \neq j = 1 \dots N \quad \dots(6)$$

$x_{ijk} = 1$, bila kendaraan k melayani j setelah melayani i
 0 , bila tidak demikian ... (7)

y_i variabel riil

dengan :

d_{ij} = panjang lintasan antara dua lokasi i dan j , $0 \leq i \neq j \leq N$

x_{ijk} = jumlah satuan(unit) yang dibawa kendaraan k dalam melayani j setelah melayani i

N = banyaknya pelanggan yang dilayani

V = banyaknya kendaraan

q_i = jumlah permintaan pelanggan , $i=1,2,\dots,N$

W = kapasitas muatan tiap kendaraan.

(1) adalah fungsi sasaran (*objective function*) yang dioptimalkan, dalam hal ini diminimumkan. (2) – (4) adalah kendala penugasan (*assignment constraints*) yang menjamin tiap pelanggan dilayani oleh tepat satu kendaraan. (5) adalah kendala kapasitas (*capacity constraints*) yang menjamin muatan tidak melampaui kapasitas. (6) adalah kendala penghilang subtour (*subtour elimination constraints*) dan (7) adalah *integrality constraints*.

Dari formulasi di atas terlihat bahwa yang menjadi komponen dasar dari masalah *vehicle routing* adalah :

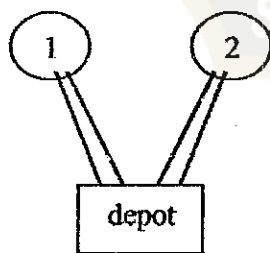
1. depot yang dipakai tunggal yang merupakan titik awal dan akhir dari rute.
2. himpunan V kendaraan (*vehicle*) dengan kapasitas muatan yang sama sebesar W .

3. himpunan N pelanggan (*customer*) dengan masing-masing mempunyai permintaan sebesar $q_i, i=1,2,\dots,N$.

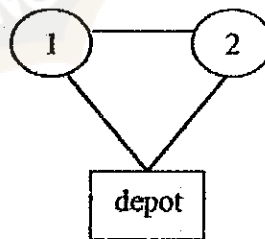
3.3.3. Metode *Saving*

Salah satu metode heuristik yang sering digunakan untuk menyelesaikan masalah *vehicle routing* ini dikembangkan oleh Clark & Wright, sehingga metode ini juga dikenal dengan sebutan Clark-Wright Heuristik. Metode ini dimulai dengan membuat rute terpisah untuk tiap-tiap pelanggan sebagai solusi awal, depot-pelanggan-depot. Dari dua rute yang berbeda dapat kita kombinasikan untuk penghematan, karena bertujuan menghilangkan perjalanan yang tidak perlu untuk kembali ke depot, dengan catatan tidak melebihi kapasitas kendaraan. Rute kendaraan dari depot ke pelanggan, antar pelanggan, dan sebaliknya ditempuh melalui jalan yang sama.

Misalkan akan mengkombinasikan $(0,1,0)$ dan $(0,2,0)$. (Gambar 8.a)



Gambar 8.a



Gambar 8.b

Gambar 8. Mengkombinasikan 2 rute dengan metode *saving*

Kendaraan akan meninggalkan depot, menuju pelanggan 1 dan 2, dan kembali ke depot. Pengkombinasian ini menghasilkan rute baru $(0,1,2,0)$ atau $(0,2,1,0)$.

(Gambar 8.b). Pengkombinasian rute ini lebih menghemat daripada rute individual.

Rute individual (0,1,0) dan (0,2,0) mempunyai panjang lintasan total :

$$d_{01} + d_{10} + d_{02} + d_{20} = 2(d_{01} + d_{02})$$

Pengkombinasian rute (0,1,2,0) mempunyai panjang lintasan :

$$d_{01} + d_{12} + d_{02}$$

Sehingga pengkombinasian rute dapat menghemat :

$$2(d_{01} + d_{02}) = d_{01} + d_{12} + d_{02}$$

$$2(d_{01} + d_{02}) - (d_{01} + d_{12} + d_{02}) = d_{01} + d_{02} - d_{12}$$

Jika $d_{01} + d_{02} - d_{12} > 0$ maka diijinkan untuk melakukan kombinasi rute seperti ini, sebagaimana juga telah menghemat panjang lintasan.

Jadi misalkan dua pelanggan , i dan j dihubungkan oleh satu *arc* dan diberi skor. nilai *saving*nya yaitu :

$$S(i, j) = d(0, i) + d(0, j) - d(i, j)$$

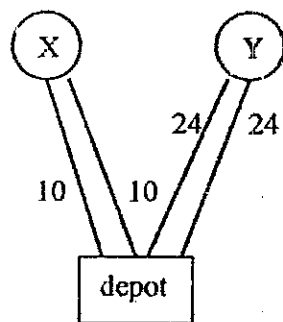
dengan $0 \leq i \neq j \leq N$, dimana 0 menunjukkan depot.

Skor-skor ini kemudian diurutkan dari yang besar ke yang kecil (*descending order*). Kriteria seleksi (prioritas pemilihan) adalah $\max \{S(i, j) : 0 \leq i \neq j \leq N\}$.

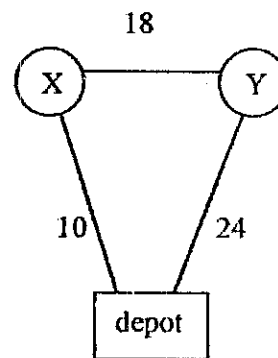
Contoh :

Pelanggan X dengan panjang lintasan 10 km dari depot dan pelanggan Y dengan panjang lintasan 24 km dari depot. Jika X dan Y dilayani oleh truk yang berbeda maka rute individual (0,X,0) dan (0,Y,0) mempunyai panjang lintasan total

$$d_{0X} + d_{X0} + d_{0Y} + d_{Y0} = 10 + 10 + 24 + 24 = 68 \text{ km}$$



Gambar 9.a



Gambar 9.b

Gambar 9. Mengkombinasikan 2 rute dengan metode *saving*

Sekarang jika X dan Y dengan panjang lintasan 18 km dan dilayani oleh truk yang sama, truk akan berangkat dari depot ke X, dari X ke Y dan dari Y kembali ke depot. (Gambar 9.b), sehingga panjang lintasan totalnya :

$$S(X, Y) = d(0, X) + d(X, Y) + d(0, Y) = 10 + 18 + 24 = 52 \text{ km.}$$

Jadi penggabungan dua pelanggan ke dalam rute yang sama menghemat (nilai *savingnya*) :

$$[d(0, X) + d(0, Y)] - [d(0, X) + d(X, Y) + d(0, Y)] = 68 - 52 = 16 \text{ km.}$$

Juga dapat dihitung dengan :

$$S(i, j) = d(0, 1) + d(0, 2) - d(1, 2) = 10 + 24 - 18 = 16 \text{ km.}$$

Langkah-langkah *saving* heuristik :

1. Hitung nilai *saving* $S(i, j)$ untuk setiap pasangan pelanggan.
2. Urutkan nilai *saving* dari yang besar ke yang kecil (*descending order*).
3. Pilih nilai *saving* yang paling tinggi dan jika fisibel ($demand \leq$ kapasitas kendaraan), maka bisa disusun rute baru dengan menggabungkannya, jika tidak buang kemungkinan ini dan pilih nilai *saving* berikutnya.
4. Lanjutkan langkah 3 selama nilai *saving* positif.