

**Hak Cipta Diindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Perencanaan Teknis

Perencanaan Teknis berhubungan dengan pemilihan lokasi usaha atau pabrik dan alokasi dari *output* pabrik tersebut, penentuan kapasitas pabrik, perancangan pabrik, pengukuran kerja, penentuan biaya produksi, dan struktur organisasi (Nasution, 2006).

Penetapan lokasi usaha atau pabrik merupakan fase yang sangat penting dalam proses perancangan pabrik karena fasilitas produksi membutuhkan sejumlah besar modal yang akan diinvestasikan dalam jangka panjang serta kondisi yang penuh resiko. Fasilitas produksi memberi batasan dan kerangka kerja dari sistem produksi pada saat beroperasi yang sangat sulit dan mahal bilamana harus diubah atau dipindahkan bilamana lokasi yang ditetapkan dianggap tidak cocok. Lokasi pabrik memiliki unsur strategi guna memperkuat posisi untuk bersaing, terutama didalam rangka penguasaan wilayah pemasaran. Sedangkan alokasi memegang peran penting dalam menentukan pola distribusi yang terbaik dari lokasi pabrik ke wilayah pemasaran (lokasi suplai material) sehingga diperoleh biaya distribusi minimal.

Penentuan kebutuhan kapasitas yang produktif merupakan persoalan utama yang tidak hanya timbul pada saat perancangan disain suatu sistem baru ataupun saat perluasan sistem yang sudah ada, tetapi juga timbul pada saat periode operasi yang lebih pendek di mana kapasitas pabrik tidak dapat diubah dengan segera. Penentuan kapasitas didisain untuk kebutuhan jangka panjang, yaitu antara 5 sampai 10 tahun. Oleh karena itu penentuan kapasitas ini merupakan keputusan yang cukup penting (Nasution, 2006).

Penentuan biaya produksi berguna agar manajemen dapat menentukan harga jual yang tepat setelah mengetahui berapa biaya pokok yang mereka pakai dalam pembuatan suatu produk. Dengan mengetahui cara penentuan harga pokok produksi ini maka perusahaan dapat menentukan harga yang bersaing dan secara



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

tidak langsung dapat mengantisipasi adanya pemborosan yang terjadi selama periode produksi tertentu.

2.2 Analisis Lokasi

Masalah lokasi ini timbul karena beberapa alasan berikut:

1. Akan mendirikan usaha atau pabrik baru.
2. Pabrik yang ada akan diubah karena alasan-alasan:
 - a. Adanya perubahan tingkat permintaan secara signifikan.
 - b. Adanya perubahan daerah distribusi secara signifikan.
 - c. Adanya perubahan biaya atau kualitas dari produksi yang kritis (tenaga kerja, bahan baku, energi dan sebagainya).
 - d. Adanya peningkatan nilai barang yang tak bergerak atau yang secara signifikan perlu diubah karena banjir, prestise atau perbaikan relasi (Nasution, 2006).

2.3 Pendekatan Metode Transportasi untuk Lokasi dan Alokasi

Aplikasi metode transportasi program linier pada dasarnya bisa juga ditujukan untuk menyelesaikan permasalahan penentuan alternatif lokasi pabrik. Disini formulasi transportasi program linier dipergunakan untuk menentukan pola distribusi yang terbaik dari lokasi pabrik ke wilayah pemasaran (atau lokasi suplai material). Selanjutnya total biaya dari berbagai alternatif lokasi dihitung dan dievaluasi. Keputusan diambil untuk lokasi yang memberikan total *Cost* yang minimal. Ada berbagai metode untuk menyelesaikan masalah transportasi yang mana untuk sementara ini akan diperkenalkan metode yang paling sederhana, cepat, dan mudah, yaitu yang dikenal sebagai metode *Heuristics* atau *the Least Cost Assignment Method* (Nasution, 2006).

Metode Heuristik, seperti halnya dengan metode transportasi lainnya, bertujuan untuk meminimkan total *Cost* untuk alokasi/distribusi suplai produk pada setiap lokasi tujuan. Dengan memperhatikan struktur biaya transportasi/distribusi (dalam hal tertentu bisa juga biaya produksi digabungkan) yang ada, maka alokasi suplai dari masing-masing sumber untuk memenuhi kebutuhan masing-masing lokasi tujuan diprioritaskan berturut-turut sesuai



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

dengan struktur biaya yang terkecil, sehingga pada akhirnya diharapkan dapat diperoleh total biaya transportasi yang terkecil. Meskipun metode heuristik ini sederhana dan mudah, namun metode ini tidak dapat menjamin bahwa hasil akhirnya akan optimal. Untuk itu masih perlu diikuti dengan optimalisasi lebih lanjut.

2.4 Penentuan Kapasitas

Penentuan kebutuhan kapasitas produksi merupakan persoalan utama yang tidak hanya timbul pada saat perancangan disain suatu sistem baru dan pada perluasan sistem yang sudah ada, tetapi juga timbul pada saat periode operasi yang lebih pendek dimana kapasitas pabrik tidak dapat segera diubah (Nasution, 2006).

Kapasitas produksi diukur dalam satuan unit fisik yang menyatakan tingkat *output* maksimum untuk produk/jasa ataupun jumlah dari sumber daya – sumber daya utama yang tersedia dalam setiap periode operasi. Pada sistem yang memproduksi dengan banyak variasi pada produk/jasa yang tidak dapat diukur dalam satuan-satuan unit yang seragam, maka kapasitas sistem tersebut dapat dinyatakan sebagai sumber daya *input-input* utama yang digunakan, misalnya jam tenaga kerja dan jam mesin.

Secara umum, persoalan kapasitas yang dihadapi pihak manajemen ada 3 jenis, yaitu (Nasution, 2006):

1. Peningkatan kapasitas secara besar-besaran untuk mengantisipasi perubahan permintaan sepanjang periode waktu yang panjang, misalnya 5 sampai 10 tahun kedepan. Peningkatan kapasitas dengan cara ini disebut dengan disain kapasitas sistem, dimana peningkatan biaya tetap karena peningkatan permintaan yang meningkat secara bertahap selama periode waktu yang panjang. Disain kapasitas sistem akan menentukan batasan maksimum tantangan apa yang diproduksi oleh sistem tersebut.
2. Penyesuaian kapasitas secara sedang untuk jangka 1-2 tahun guna mengatasi fluktuasi permintaan karena faktor musim dan siklus bisnis.



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hal ini merupakan kegiatan perencanaan agregat dengan mengubah-ubah jumlah tenaga kerja, penggunaan lembur, persediaan dan pesanan subkontrak. Untuk penjelasan lebih lanjut, penyesuaian kapasitas jangka menengah dengan perencanaan agregat.

3. Penyesuaian kapasitas secara terbatas dalam mengatasi fluktuasi permintaan karena variasi acak jangka pendek. Hal ini dilakukan berdasarkan kondisi mingguan sampai harian dengan kegiatan penjadwalan produksi di rantai kerja.

2.5 Perencanaan Distribusi

Kebijakan-kebijakan yang berkaitan dengan aliran produk dari pabrik sampai ke konsumen, yang akan melewati jaringan transportasi dan penyimpanan. Secara rinci bahasan yang harus dicakup dalam perencanaan kebutuhan distribusi adalah meliputi (Nasution, 2006):

1. Jumlah, lokasi, dan ukuran gudang.
2. Item-item yang harus disimpan dalam gudang.
3. Pabrik yang akan memasok masing-masing gudang.
4. Konsumen yang harus dilayani oleh masing-masing gudang.
5. Cara dan alat transportasi yang digunakan.
6. Rute transportasi.
7. Pemilihan sistem pengendalian persediaan untuk menjaga tingkat persediaan item yang ada pada tiap-tiap gudang, dan sebagainya.

2.5.1 Sistem Distribusi Banyak Eselon

Pada system ini terdapat satu atau lebih tempat penyimpanan antara pabrik sampai gudang. Ada beberapa alasan mengapa suatu perusahaan menerapkan system seperti ini, yaitu (Nasution, 2006):

1. Pesanan kustomer akan lebih cepat bias dipenuhi bila gudang diusahakan sedekat mungkin dengan lokasi kustomer.
2. Ongkos-ongkos transportasi akan lebih hemat karena jarak pengangkutan akan bisa dipersingkat.

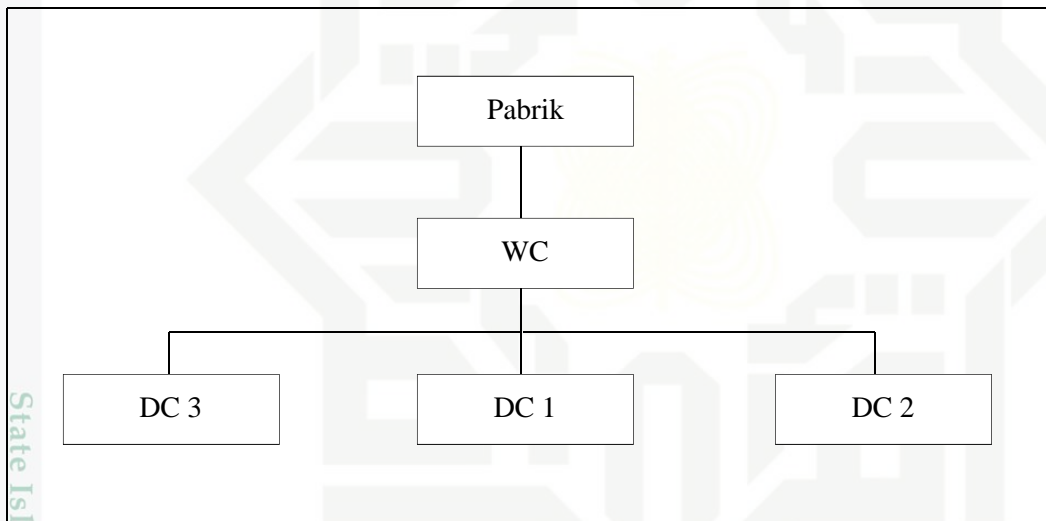
Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3. Kustomer lebih yakin akan mendapatkan apa yang diinginkan pada toko atau gudang distribusi yang lebih dekat dibandingkan apabila dia harus pergi ke pusat distribusi yang jauh letaknya.

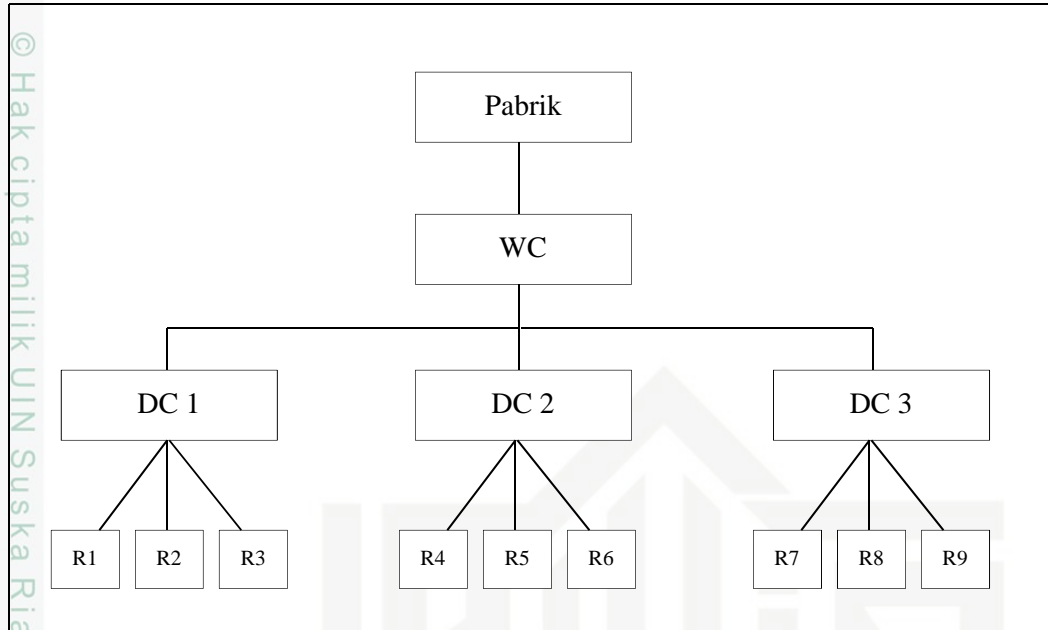
Gudang-gudang cabang biasanya menyimpan produk akhir maupun suku cadang. Gudang cabang ini sering dikenal dengan Pusat Distribusi (DC) dan gudang yang melayani sejumlah gudang regional disebut *Regional Distribution Center (RDC)*.

Gambar 2.1 menunjukkan sistem distribusi dengan 2 eselon. Produk dibuat dipabrik, disimpan pada gudang pusat pemasok, dan pusat-pusat distribusi dipasok dari gudang pusat ini. Pesanan kustomer akan masuk dan dipenuhi dari tiap-tiap pusat distribusi.



Gambar 2.1 Sistem Distribusi 2 Eselon (Nasution, 2006)

Sistem distribusi 3 eselon ditunjukkan pada gambar 2.2. pada sistem ini pihak pembuat (pabrik) memiliki toko-toko eceran (*retail store*). Barang-barang yang dibuat di pabrik disimpan pada gudang pusat pemasok. Gudang pusat ini memasok pusat-pusat distribusi dan setiap pusat distribusi akan melayani toko-toko eceran.



Gambar 2.2 Sistem Distribusi 3 Eselon (Nasution, 2006)

Banyak variasi yang bisa dibuat dalam merancang sistem distribusi. Misalnya dengan menggunakan pusat distribusi metropolitan. Toko-toko pada sistem ini memamerkan produk-produk yang akan ditawarkan. Para konsumen akan datang secara langsung ke toko ini. Bila ada pesanan maka toko akan mengirimkan berita ke pusat distribusi dan barang yang dipesan akan langsung dikirimkan dari pusat distribusi (Nasution, 2006).

Pada sistem yang lain mungkin juga perusahaan mengirimkan produk-produk yang belum dikemas ke pusat distribusi. Kemasan ini akan dibeli secara desentralisasi oleh masing-masing pusat distribusi dari pemasok lokal. Beberapa pengerjaan akhir kadang-kadang juga dilakukan pada pusat distribusi.

Perencanaan sistem distribusi dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain ukuran dan nilai produk, tingkat keusangan dan kerusakan fisik dari produk, jarak transportasi, tarif transportasi, frekuensi pengiriman yang dibutuhkan, dan sebagainya.

Penggunaan alat-alat transportasi juga dipengaruhi oleh beberapa faktor. Pertimbangan tingkat pelayanan, ongkos transportasi, dan ongkos-ongkos operasional juga termasuk dalam kriteria keputusan pemilihan alat-alat transportasi yang akan digunakan (Nasution, 2006).



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.5.2 Sistem *Pull and Push*

Ada dua perbedaan penting bila kita berbicara tentang penimbunan persediaan, yaitu sistem *pull* dan sistem *push*. Kedua sistem ini dapat didefinisikan sebagai berikut (Nasution Hakim, 2006):

- a. Sistem *Pull* adalah suatu sistem dimana operasi (produksi, pengadaan, pemindahan material, distribusi, produk, dan sebagainya) terjadi sebagai respon atas tanda atau isyarat yang diberikan oleh pemakai pada eselon yang lebih rendah dari sistem (distribusi). Tujuan sistem ini adalah untuk membeli, menerima, memindahkan, membuat dengan tepat apa yang dibutuhkan, kapan dibutuhkan, dan agar tidak terjadi penyimpanan atas item yang tidak dibutuhkan.
- b. Sistem *Push* adalah suatu sistem dimana operasi-operasi di atas terjadi sebagai respon atas jadwal yang telah dibuat sebelumnya tanpa harus mempertimbangkan status nyata dari operasi tersebut. Tujuan sistem ini adalah untuk menjaga konsistensi jadwal yang telah dibuat.

Walaupun sistem *Pull* lebih namun sampai saat ini masih tetap diaplikasikan secara luas. Pusat distribusi meramalkan permintaan pada kawasan geografi yang dilayani, menentukan kapan dan berapa banyak harus memesan, dan meminta pengiriman dari gudang pusat pemasok sebagai layaknya pemasok lepas. Pesanan dikeluarkan tanpa mempertimbangkan persediaan atau kebutuhan pusat distribusi yang lain. Gudang pusat tidak akan menerima informasi baik tentang tingkat persediaan maupun permintaan pada pusat distribusi. Gudang pusat akan memperlakukan permintaan-permintaan dari pusat distribusi seperti layaknya permintaan kustomer. Dari data-data permintaan inilah nantinya gudang pusat akan menentukan rencana pengiriman maupun persediaan pengaman (Nasution, 2006).

Sistem *Pull* ini bisa dioperasikan secara manual dan tidak membutuhkan banyak telekomunikasi karena pertukaran informasi dari gudang pusat ke pusat distribusi memang tidak banyak. Namun pada sistem ini akan terjadi amplifikasi permintaan kustomer pada pusat distribusi sebelum sampai pada gudang pusat.

Lebih dari itu, pusat-pusat distribusi biasanya memesan untuk kebutuhan beberapa minggu sehingga cukup ekonomis dipandang dari biaya transportasi. Hal ini mengakibatkan pada saat-saat tertentu tidak ada permintaan dari pusat distribusi ke gudang pusat dan pada saat-saat yang lain mungkin permintaan dari beberapa pusat distribusi akan datang sekaligus sehingga gudang pusat harus menyiapkan persediaan pengamanan yang cukup besar dan tetap akan menghadapi kemungkinan kekurangan stok.

Pada sistem *Push*, keputusan-keputusan pengiriman ditentukan pada eselon yang lebih tinggi. Informasi yang berkaitan dengan permintaan dan tingkat persediaan pada eselon yang lebih rendah harus sering kali dikirim ke eselon yang lebih tinggi. Ini berarti bahwa keputusan pengiriman eselon yang lebih rendah dibuat pada eselon yang lebih rendah. Lebih dari itu, pada sistem *Push* ini harus dilakukan peramalan pada eselon yang lebih tinggi sehingga kuantitas dan waktu pengiriman bisa direncanakan pada suatu periode perencanaan tertentu.

Sistem *Push* layak digunakan bila transmisi dan pemrosesan data dalam volume yang besar bisa dilakukan dengan relative mudah. Perusahaan-perusahaan yang memiliki ratusan pusat distribusi harus mengendalikan sistem distribusinya dengan telekomunikasi dan sistem computer (Nasution, 2006).

2.6 Perencanaan Kebutuhan Distribusi

Perencanaan kebutuhan distribusi yang biasa dikenal dengan nama DRP (*Distribution Requirement Planning*) adalah metode yang ikuti sistem *push*. Informasi persediaan maupun permintaan mungkin harus dikirim setiap hari dari lokasi distribusi yang eselonnya lebih rendah ke eselon yang lebih tinggi. Keputusan pengiriman ditentukan pada eselon yang lebih tinggi. Pesanan dijadwalkan sesuai dengan ramalan permintaan, bukan dari permintaan aktual (Nasution, 2006).

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.7 Alokasi Antar Pusat Distribusi

Seringkali permintaan yang akan datang dari pusat-pusat distribusi tidak seluruhnya dapat dipenuhi oleh gudang pusat karena persediaan suatu item kurang dari jumlah yang diminta. Apabila hal ini terjadi maka gudang pusat harus membuat keputusan sedemikian rupa sehingga ekspedisi waktu sampai persediaan item yang bersangkutan habis pada semua pusat distribusi adalah sama. Cara ini dikenal dengan *fair share* (pembagian yang adil) (Nasution, 2006).

2.8 Vehicle Routing Problem (VRP)

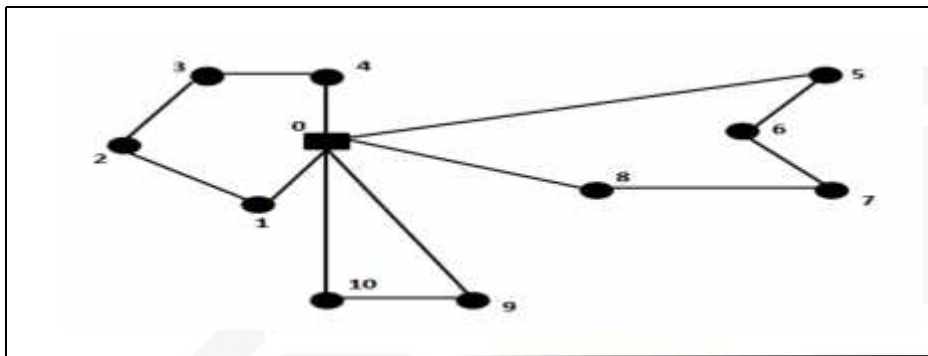
Vehicle Routing Problem (VRP) adalah *problem* menentukan rute dari kendaraan *independent* yang melayani setiap pelanggan di beberapa lokasi yang berbeda. Setiap kendaraan memiliki kapasitas angkut yang identik, dan setiap pelanggan memiliki *demand*. Tiap pelanggan dikunjungi tepat satu kali dan total *demand* tiap rute tidak boleh melebihi kapasitas angkut kendaraan. Dalam VRP setiap kendaraan berangkat dari suatu depot pusat, dan kembali ke depot itu (Santosa & Willy, 2011).

VRP juga dapat dilihat sebagai kombinasi dari dua permasalahan optimasi lain, yaitu *Bin Packing Problem* (BPP) dan *Travelling Salesman Problem* (TSP). BPP dapat dideskripsikan sebagai berikut: “Diberikan sejumlah angka, yang melambangkan ukuran dari sejumlah item, dan sebuah konstanta K, yang melambangkan kapasitas dari *bin*. Berapa jumlah *bin* minimum yang diperlukan?” Tentu saja satu item hanya dapat berada dalam satu *bin* saja, dan total kapasitas item pada setiap *bin* tidak boleh melebihi kapasitas dari *bin* tersebut. Di samping itu, TSP adalah sebuah permasalahan tentang seorang *salesman* yang ingin mengunjungi sejumlah kota. Dia harus mengunjungi tiap kota sekali saja, dimulai dan diakhiri dari kota awal. Inti permasalahan adalah untuk menemukan jalur terpendek melalui semua kota yang ada. Hubungan keduanya dengan VRP adalah, 29 *vehicle* dapat dihubungkan dengan *customer* menggunakan BPP, dan urutan kunjungan *vehicle* terhadap tiap customer diselesaikan menggunakan TSP (Christian Joseph, 2011).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Sejauh ini pendekatan yang dipakai untuk *problem* VRP adalah pendekatan analitik dan metaheuristik untuk mencari solusi berupa rute yang optimal atau mendekati optimal. *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP) adalah VRP dengan kapasitas setiap kendaraan diketahui dan sama. Gambaran CVRP bisa dideskripsikan secara grafis seperti dalam Gambar 2.3. dalam contoh ini, kendaraan akan kembali ke depot setelah memenuhi permintaan di titik 4 karena item yang tersisa di dalam kendaraan sudah habis atau tidak cukup untuk memenuhi *demand* di titik 5 (Santosa & Willy, 2011).



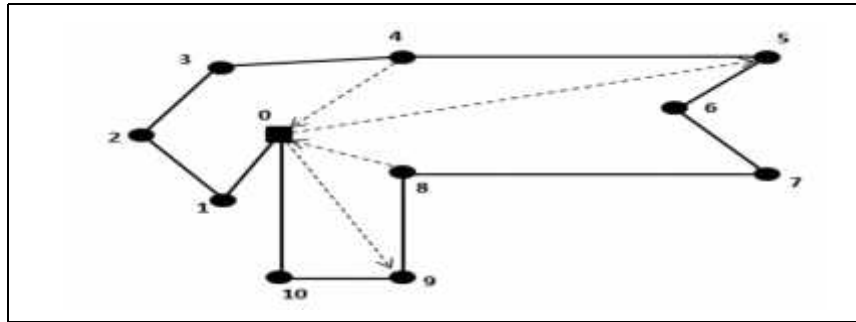
Gambar 2.3 Kasus CVRP dengan 10 titik *demand*

Untuk menyelesaikan CVRP dengan algoritma CE, pendekatannya mirip dengan apa yang dilakukan untuk TSP. Untuk ruas-ruas yang tidak feasible berikan ongkos ∞ . Rute dibangkitkan sama seperti di TSP. Misalkan pada satu titik k , kita dapatkan $d_1 + d_2 + \dots + d_k \leq D$ dan $d_1 + d_2 + \dots + d_k + d_{k+1} > D$, karena permintaan disatu titik $k + 1$ lebih dari kapasitas kendaraan D , maka permintaan akan dipenuhi tetapi kendaraan harus kembali ke depot terlebih dahulu. Perbedaan utama dengan TSP adalah dalam cara menilai suatu rute atau fungsi tujuan.

Perhatikan Gambar 2.4 yang menunjukkan salah satu contoh bagaimana rute CVRP dibangun. Dalam contoh ini, sesampai dititik 4 kendaraan kembali ke depot untuk pengisian muatan, lalu kembali ke titik 5. Hal yang sama dilakukan ketika di depot 8 terjadi kekurangan kapasitas, maka kendaraan kembali ke depot untuk pengisian muatan lalu kembali lagi ke titik 9.(Santosa & Willy, 2011).

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.4 Rute dalam CVRP

Tujuan dari VRP dapat ditentukan sebagai berikut:

1. Meminimumkan biaya transportasi global bergantung terhadap jarak perjalanan global dan biaya yang berhubungan dengan penggunaan kendaraan.
2. Meminimumkan jumlah kendaraan yang dibutuhkan untuk melayani seluruh pelanggan.
3. Membentuk rute yang layak untuk waktu perjalanan dan kendaraan yang digunakan.
4. Meminimumkan pinalti yang berhubungan dengan pelayanan sebagian dari pelanggan.
5. Kombinasi dari beberapa tujuan diatas (Prana, 2008).

2.9 Jenis-jenis VRP

Dalam penggunaan VRP untuk dunia nyata, banyak faktor sampingan yang muncul. Faktor-faktor tersebut berpengaruh pada munculnya variasi dari VRP, antara lain (Prana, 2008):

- a. *Capacitated VRP(CVRP)*
Faktor: Setiap kendaraan punya kapasitas yang terbatas.
- b. *VRP with Time Windows(VRPTW)*
Faktor: Setiap pelanggan harus disuplai dalam jangka waktu tertentu.
- c. *Multiple Depot VRP(MDVRP)*
Faktor: Distributor memiliki banyak depot untuk menyuplai pelanggan.
- d. *VRP with Pick-Up and Delivering(VRPPD)*
Faktor: Pelanggan mungkin mengembalikan barang pada depot asal.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

e. *Split Delivery* VRP(SDVRP)
 Faktor: Pelanggan dilayani dengan kendaraan berbeda.

f. *Stochastic* VRP(SVRP)
 Faktor: Munculnya '*random values*'(seperti jumlah pelanggan, jumlah permintaan, waktu pelayanan atau waktu perjalanan).

g. *Periodic* VRP
 Faktor: Pengantaran hanya dilakukan di hari tertentu.

2.10 Formulasi VRP

VRP adalah sebuah problem kombinatorial dengan basisnya adalah sisi dari graf $G(V,E)$. Notasi-notasi yang digunakan (Prana, 2008):

- a. $V = \{ 0, 1, \dots, n \}$ (1) adalah himpunan simpul dimana sebuah depot ada pada 0 dan $V' = V \setminus \{ 0 \}$ adalah himpunan sejumlah kota.
- b. $A = \{ (i, j) \mid i, j \in V; i \neq j \}$ (2) adalah sebuah '*arc set*'.
- c. C adalah sebuah matriks dari biaya atau jarak non-negatif C_{ij} antara pelanggan i dan j .
- d. d adalah vektor permintaan konsumen
- e. R_i adalah rute untuk kendaraan i .
- f. m adalah jumlah kendaraan. Satu rute untuk tiap kendaraan.

Kita juga harus memperhitungkan waktu pelayanan(waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan semua barang) yang dibutuhkan satu kendaraan untuk menurunkan sejumlah q_i pada i . Diingatn juga bahwa total waktu untuk rute kendaraan mana pun(waktu perjalanan ditambah waktu pelayanan) jangan sampai melewati batas yang diberikan atau D . Maka, biaya C_{ij} diambil dari waktu perjalanan antar kota.

Perhitungan diatas dapat dipakai untuk VRP secara umum. Tetapi, jika ada faktor-faktor sampingan yang muncul, penyelesaian VRP –nya akan mendapat sedikit perubahan (Prana, 2008).



2.11 Solusi untuk variasi VRP

Telah disebutkan sebelumnya bahwa ada berbagai variasi dari VRP. Masing-masing memiliki faktor pendorong tersendiri dan masalah tersendiri (Prana, 2008).

2.11.1 *Capacitated VRP(CVRP)*

CVRP atau *Capacitated Vehicle Routing Problem* adalah sebuah VRP dimana diberikan sejumlah kendaraan dengan kapasitas tersendiri yang harus melayani sejumlah permintaan pelanggan yang telah diketahui untuk satu komoditas dari sebuah depot dengan biaya transit minimum. Oleh karena itu, CVRP sama seperti VRP dengan faktor tambahan yaitu tiap kendaraan punya kapasitas tersendiri untuk satu komoditas. CVRP dapat dijabarkan sebagai berikut (Prana, 2008):

- Tujuan: Meminimalisasi jumlah kendaraan dan total waktu perjalanan, dan total permintaan barang untuk tiap rute tidak boleh melebihi kapasitas kendaraan yang melewati rute tersebut.
- Kelayakan: Solusi dikatakan ‘layak’ jika jumlah total barang yang diatur untuk tiap rute tidak melebihi kapasitas kendaraan yang melewati rute tersebut.

2.11.2 *VRP with Time Windows (VRPTW)*

VRPTW atau *Vehicle Routing Problem with Time Window*, hampir sama dengan VRP, namun memiliki batas tambahan yaitu sebuah jangka waktu, yang berhubungan dengan setiap pelanggan V , yang mendefinisikan sebuah jangka waktu $[s, l]$ dimana sang pelanggan harus disuplai. Interval waktu $[0, 10]$ di depot disebut sebagai batas penjadwalan. VRPTW dapat dijabarkan sebagai berikut (Prana, 2008):

- Tujuan: Meminimalisasi jumlah kendaraan dan total waktu perjalanan dan waktu menunggu yang dibutuhkan untuk menyuplai semua pelanggan pada jam-jam tertentu.
- Kelayakan: VRPW dibatasi hal-hal berikut, yaitu: solusi menjadi ‘tidak layak’ jika kiriman pada pelanggan sampai setelah batas atas dari interval;

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

jika kendaraan sampai sebelum batas bawah interval ,maka waktu menunggu pada rute tersebut menjadi bertambah; Setiap rute harus start dan berhenti dalam jangka waktu yang berkaitan dengan depot; Untuk kasus *soft time Windows*, sebuah pengiriman yang terlambat tidak mempengaruhi kelayakan solusi, tapi berpengaruh pada penambahan nilai di fungsi objektif.

- Setelah kita mendapatkan solusi dari VRPTW, kita bisa menyesuaikan waktu keberangkatan tiap depot untuk setiap kendaraan untuk menghilangkan waktu menunggu yang tidak penting. Gambar dibawah menunjukkan graf yang menggambarkan keadaan solusi untuk VRPTW. Kotak biru dan putih menggambarkan rentang waktu, area kotak yang diwarnai putih menggambarkan kapan kita bisa melayani pelanggan. Garis merah menunjukkan kapan pengantaran harus dilakukan pada keadaan ini.

2.11.3 *Multple Depot VRP(MDVRP)*

Sebuah perusahaan mungkin memiliki lebih dari satu depot. Jika pelanggan-pelanggannya terkumpul di sekitar depot-depot yang ada, maka masalah pendistribusiannya harus dimodelkan menjadi sebuah kumpulan dari VRP-VRP yang independent. Namun, jika pelanggan dan depot-depot yang ada saling bercampur aduk (tidak terkumpul secara teratur, bisa ada satu pelanggan dilayani lebih dari satu depot atau sebaliknya) maka masalahnya menjadi *Multi Depot Vehicle Routing Problem* atau MDVRP. Sebuah MDVRP membutuhkan pengaturan para pelanggan ke depot-depot yang ada. Tiap kendaraan pergi dari satu depot, melayani pelanggan-pelanggan yang sudah ditentukan akan dilayani oleh depot tersebut, dan kembali lagi ke depot tersebut. Tujuan utama dari MDVRP adalah untuk melayani semua pelanggan sementara jumlah kendaraan dan jarak perjalanan diminimalisasi. Penjabaran MDVRP sebagai berikut (Prana, 2008):

- Tujuan: Meminimalisasi jumlah kendaraan dan total waktu perjalanan dan total permintaan barang yang harus dilakukan dari beberapa depot.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Kelayakan: Solusi dianggap layak jika tiap rute memenuhi batasan standar VRP dan keluar-masuk kendaraan terjadi di depot yang sama.

2.11.4 VRP with Pick-Up and Delivering (VRPPD)

Vehicle Routing Problem with Pick-up and Delivering atau VRPPD adalah sebuah VRP dimana ada peluang kejadian pelanggan mengembalikan barang yang sudah diantarkan. Dalam VRPPD kita perlu memperhatikan bahwa barang yang dikembalikan dapat dimasukkan ke dalam kendaraan pengantar. Batasan ini membuat perencanaan pengantaran menjadi lebih sulit dan bisa berakibat pada penyalahgunaan kapasitas kendaraan, memperbesar jarak perjalanan atau kendaraan yang diperlukan lebih dari yang seharusnya. Maka, dalam situasi seperti ini biasanya kita harus memikirkan batasan keadaan dimana semua permintaan pengantaran dimulai dari depot dan semua permintaan pengambilan akan dibawa kembali ke depot, sehingga tidak ada pertukaran barang antar pelanggan. Alternatif lainnya adalah dengan memperbesar batasan bahwa semua pelanggan hanya dikunjungi satu kali. Simplifikasi yang biasa terjadi lainnya adalah dengan memikirkan bahwa tiap kendaraan harus mengantarkan semua barang sebelum mengambil kembali barang dari pelanggan. VRPPD dapat dijabarkan sebagai berikut (Prana, 2008):

- Tujuan: Minimalisasi jumlah kendaraan dan total waktu perjalanan dengan batasan bahwa kendaraan yang digunakan harus punya kapasitas yang cukup untuk mengantarkan barang ke pelanggan dan pengembalian barang ke depot.
- Kelayakan: Solusi dibilang layak jika total kuantitas barang yang ditentukan untuk tiap rute tidak melebihi kapasitas kendaraan yang melalui rute tersebut dan kendaraannya harus punya kapasitas yang cukup untuk mengambil barang dari pelanggan.
- Layak-antar: Keadaan seperti ini artinya total kuantitas barang untuk diantrakan untuk satu rute tidak boleh melebihi kapasitas kendaraan.



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Layak-ambil: Keadaan seperti ini memiliki batasan yang memastikan bahwa kendaraan yang digunakan punya kapasitas yang cukup untuk mengambil barang dari pelanggan di rute tersebut.
- Layak-isi: Keadaan ini disebabkan kemungkinan kapasitas dai kendaraan dilanggar pada suatu titik di dalam rute. Pelanggaran itu bisa berdampak pada beberapa pelanggan selanjutnya.

2.11.5 *Split Delivery VRP(SDVRP)*

Split Delivery Vehicle Routing Problem, atau SDVRP adalah perluasan VRP jika tiap pelanggan dapat dilayani dengan kendaraan yang berbeda andaikan biayanya dapat berkurang. Perluasan ini perlu dilakukan jika jumlah permintaan pelanggan sama besar dengan kapasitas dari kendaraan. SDVRP dijabarkan sebagai berikut (Prana, 2008):

- Tujuan: Meminimalisasi jumlah kendaraan dan total waktu perjalanan untuk pelayanan.
- Kelayakan: Solusi dianggap layak jika tiap rute memenuhi batasan standar VRP solusi dianggap layak jika memenuhi batasan standar VRP ditambah dengan tiap pelanggan bisa dilayani oleh lebih dari satu kendaraan.

2.11.6 *Stochastic VRP (SVRP)*

Stochastic Vehicle Routing Problem atau SVRP adalah variasi VRP yang terjadi jika faktor samping yang muncul bersifat acak. Ada tiga bentuk SVRP, yaitu (Prana, 2008):

- Pelanggan *stochastic* : Tiap pelanggan i ada memiliki peluang pi dan tidak ada dengan peluang $1 - pi$.
- Permintaan *stochastic* : Jumlah permintaan di untuk tiap pelanggan adalah variabel *random*.
- Waktu *stochastic* : Waktu pelayanan i dan waktu pelayanan tij adalah variabel random.

Dalam SVRP, untuk bisa mendapatkan solusi, masalah harus dibagi menjadi dua tahap. Solusi pertama ditentukan sebelum variabel random diketahui.

Pada tahap kedua, pengoreksian dilakukan jika nilai dari variabel random sudah diketahui. SVRP dijabarkan seperti ini (Prana, 2008):

- Tujuan: Minimalisasi jumlah kendaraan dan total waktu perjalanan untuk melayani pelanggan dengan nilai random untuk tiap pengantaran(pelanggan,permintaan,waktu]
- Kelayakan: Jika data-data yang ada bersifat random/acak, kita tidak perlu lagi memenuhi batasan-batasan yang ada untuk semua realisasi variabel random. Maka pencari solusi memerlukan antara tingkat kepuasan batasan tertentu dengan peluang yang diberikan, atau pengoreksian bila ada batasan yang dilanggar.

2.11.7 *Periodic VRP*

Dalam *Periodic Vehicle Routing Problem* atau PVRP, VRP digeneralisasi dengan memperluas rentang perencanaan pengiriman menjadi M hari, dari semula hanya dalam rentang sehari. PVRP dapat dijabarkan sebagai berikut (Prana, 2008):

- Tujuan: Meminimalisasi jumlah kendaraan dan total waktu perjalanan untuk melayani tiap pelanggan.
- Kelayakan: Solusi dianggap layak jika memenuhi batasan standar VRP. Ditambah dengan keadaan bahwa sebuah kendaraan tidak boleh kembali ke depot pada satu hari yang sama. Dalam M hari, tiap pelanggan harus dikunjungi minimal sekali.

2.12 **Penggunaan Kombinatorial Dalam VRP**

Bentuk kombinatorial yang digunakan dalam VRP adalah optimalisasi kombinatorial. Penggunaannya lebih ditujukan pada VRP biasa, SDVRP dan CVRP (mengingat cara penghitungannya sama dengan VRP biasa) dan PVRP. Penggunaan optimalisasi kombinatorial merupakan dasar dari pencarian solusi dari berbagai jenis VRP. Umumnya penggunaan kombinatorial adalah untuk memeriksa kemungkinan prioritas pelayanan pelanggan di suatu rute, sementara untuk perhitungan lainnya(perhitungan kapasitas, waktu, jarak, dll) cukup menggunakan perhitungan aritmatika biasa. Seperti pada *Periodic VRP*,

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

kombinatorial digunakan untuk mengetahui kombinasi kunjungan pada pelanggan tiap harinya (Prana, 2008).

2.13 Cara Lain Menyelesaikan VRP

Sebagian besar bentuk VRP diselesaikan dengan metode-metode berikut ini (Prana, 2008):

- a. Pendekatan langsung dengan menghitung dengan rumus biasa (hingga 100 node).
- b. Metode-metode heuristik: Pendekatan hierarkis (SDVRP + TSP), *Multiroute Improvement Heuristic*.
- c. Metode-metode metaheuristik: *Tabu search*, *constraint programming*, *granular tabu*, *ant systems*.

2.14 Nearest Neighbour

Penelitian ini menggunakan metode heuristik. Metode heuristik yang digunakan adalah *nearest neighbour* sebagai pembuat *initial solution*. Metode *nearest neighbour* merupakan proses mencari pelanggan yang terdekat.

Pop et al. (2011) mendefinisikan algoritma *nearest neighbor* merupakan teknik yang sederhana dan terbuka untuk berbagai macam variasi masalah. Pada algoritma ini, peraturannya hanya pergi ke *node* terdekat yang belum dikunjungi dengan mengikutkan beberapa batasan (Hutasoit, 2014).

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 (Hutasoit, 2014):



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

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 terkunjungi, dan lanjut ke langkah 4.
4. Menghubungkan titik pertama dengan terakhir untuk melengkapi tur, prosedur selesai.

2.14.1 Mengidentifikasi Matrik Jarak

Dengan mengetahui koordinat masing-masing lokasi agen maka jarak antara pabrik dan agen bisa dihitung dengan menggunakan rumus jarak standar. Misalnya kita memiliki dua lokasi masing-masing dengan koordinat (X_1, Y_1) dan (X_2, Y_2) maka jarak antara dua lokasi tersebut adalah:

$$d(A, B) = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$$

Dengan rumus di atas kita bisa mendapatkan jarak antara pabrik (depot) dengan masing-masing agen dan antara agen yang satu dengan agen yang lainnya. Hasil perhitungan jarak ini kemudian akan digunakan untuk menentukan pengalokasian agen kendaraan (Misra, 2012).

2.14.2 Visual Basic for Applications

Visual Basic for Applications (VBA) adalah sebuah turunan bahasa pemrograman *Visual Basic* yang dikembangkan oleh *Microsoft* dan dirilis pada tahun 1993, atau kombinasi yang terintegrasi antara lingkungan pemrograman (*Visual Basic Editor*) dengan bahasa pemrograman (*Visual Basic*) yang memudahkan *user* untuk mendesain dan membangun program *Visual Basic* dalam aplikasi utama *Microsoft Office*, yang ditujukan untuk aplikasi-aplikasi tertentu. VBA didesain untuk melakukan beberapa tugas, seperti halnya mengustomisasi sebuah aplikasi layaknya *Microsoft Office* atau *Microsoft Visual Studio*. Kegunaan VBA adalah mengotomatisasi pekerjaan. Pekerjaan yang dimaksud adalah pekerjaan yang dilakukan secara berulang-ulang dan pekerjaan yang



kompleks. VBA berbeda dengan *Microsoft Visual Basic*, *Microsoft Visual Basic* memberi banyak pemrograman dan fungsi tingkat lanjut hingga *Microsoft Visual Basic* dapat dihasilkan program yang lebih kompleks untuk sistem operasi *Microsoft Windows* maupun *Office*. Sedangkan VBA hanya dapat dibangun pada aplikasi utama *Microsoft Office* mengendalikan fungsi aplikasi tersebut melakukan serangkaian objek terprogram. Versi VBA terbaru saat ini adalah versi 6.3 yang dirilis pada tahun 2001, yang mendukung semua program dalam *Microsoft Office*, yakni *Microsoft Excel*, *Microsoft Access*, *Microsoft Word*, *Microsoft Outlook*, *Microsoft Front Page*, serta *Microsoft Power Point* dan juga *Microsoft Visual Studio* (Dikutip dari Wikipedia.com dalam Emausbot, 2015).

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.